

# ALUMINIUM

AZ ORSZÁGOS MAGYAR Bányászati és Kohászati Egyesület Fémkohászati Szakosztálya  
és a Fémipari Kutató Intézet Folyóirata

IV. évfolyam

I. szám

## Alumíniumkohászati segédanyagok előállítása és visszanyerése\*

ROMWALTER ALFRED okl. fémkohómérnök

Альфред Ромвалтер:

**Производство и обратное извлечение алюмино-металлургических вспомогательных материалов.**

Producing accessoires for aluminium manufacturing and recovery the same.

By: A. Romwalter Met. Engl.

Die Darstellung und Rückgewinnung von Hilfsstoffen der Aluminium-Elektrolyse.

Dipl. Ing. Alfred Romwalter.

A korszerű technika hatalmas eredményei a nagy felfedezések mellett elsősorban a kutatásban és a termelésben egyre inkább megnyilvánuló tervezettségnek köszönhetők. Ennek célja mindig az ipari eljárások egyszerűsítése. Ez a törekvés fejlesztette ki a számos kiégetett széntömböt alkalmazó — úgynevezett sokanódás alumíniumkohókád helyett — az ívfénykemencékben hasonló indítékok alapján már régebben bevezetett, egy tömbből álló „önsülő” elektródák hatására az „önsülő” anóddal felszerelt kádat. Utóbbi bevezetéséhez az alumínium kohócellák egyre növekvő mérete és teljesítménye nagy mértékben hozzájárult, mert alkalmazásával azok kiszolgálása jelentősen egyszerűsödött, miáltal a termelési önköltség is észrevehetően csökkent.

Az önsülő anód lényegében szénelektroda, amelynek kiégetése felhasználási helyén a vezetett és a közvetlenül ható oxidációs és Joule hő hatására következik be. Anyagát az őrlött hamuszegény koksanyag és a kőszénkátrányszurok melegen gyúrható elegye alkotja.

A hamuszegény koks fajtái az ásványolaj hőbontása (krakkoálása) révén keletkező petrolkoks, az ásványszének lepárlási kátrányából hasonló módon előállított szurokkoks, továbbá a fizikai és vegyi eljárásokkal hamuszegényített ásványszén koksza. Hazai adottságaink mellett a petrol- és szurokkoks termelhető mennyiségei korlátozottak, különösen, ha figyelembe vesszük ezeknek nyersanyagaikból általában kinyerhető, csupán néhány százalékos kihozatalát. Az ásványszének fizikai, vagy vegyi eljárással való hamuszegényítése a kiépíthető gyártási kapacitás kevésbé körülhatárolt volta miatt reményteljes, de még kevésbé kimunkált nyersanyagforrás a hazai anódmassza-termelésnek.

\* Az 1951. évi Vegyészkongresszuson elhangzott előadás.

Az önsülő anódokkal felszerelt alumínium kohók egyszerűbb kiszolgálhatósága azonban csak addig valóság, amíg a felhasznált anódmassza megfelelő minőségű. A rosszminőségű anódmasszák következményei: csökkenő fémtermelés, rosszabbodó energia-kihasználás, nagyobb kriolitvesztés és sokkal több munka a kádak kiszolgálásánál. A hazai Al-kohókban használt egyes nem kielégítő tulajdonságú anódmasszák okozta üzemi nehézségek szükségessé tették a rosszminőségű masszák hiányosságainak felderítését. A Fémipari Kutató Intézetben végzett ily irányú vizsgálatok eredményei alábbiakban célszerűen két tárgycsoportra oszthatók.

a) A kokszőrlemény sajátosságainak hatása az anódmasszák használhatóságára.

b) Az anódmassza kötőanyagának szerepe és hatásai.

a) A kokszőrlemény képezi az anódmasszának mennyiségileg legjelentősebb 65–78%-nyi részét. Anódmasszanyersanyagként való felhasználása szükségessé teszi villamos áramvezető képességét, ami 1300 C fokig történő felhevítésével érhető el. Ezt a folyamatot a gyakorlat „kalcinálás”-nak nevezi. Végrehajtására gáztüzelésű, szilikaanyagból épített — lényegében koksizálókemencék — vagy villamos áramáthaladással magát a kokszt közvetlenül hevítő kemencék használatosak.

Az elérhető legnagyobb térfogatsúlyú szemcse-nagysági összetétel biztosítja a jó üzemi tulajdonságokkal bíró anódmasszaminőséget. (1). E gyakorlati tapasztalat helyességét könnyű belátni, ha meggondoljuk, hogy azonos anyagú szemcsehalmaz növekvő térfogatsúlya egyúttal csökkenő hézagterfogattal és ezzel együtt jobb térkitöltéssel jár. A térfogatsúly, a hézagterfogot és a térkitöltés fogalmának mennyiség-tani összefüggését alábbi képletek szemléltessék:

$$A = \frac{T \cdot \gamma}{100}; H = 100 \frac{\gamma - A}{\gamma}; T = 100 \frac{A}{\gamma}$$

A — térfogatsúly (litsúly) g/dm<sup>3</sup>,

$\gamma$  — adott szemcse-nagysági összetételű kokszőrlemény további aprítás nélkül mért látszólagos sűrűsége g/dm<sup>3</sup>,

H — hézagterfogot a szemcsék közötti hézagok összes térfogata a kokszőrlemény össztérfogatának százalékában,



T — térkitöltés a kokszőrlemény anyaggal tömören kitöltött térfogata a kokszőrlemény össztérfogatának százalékában.

A kokszőrlemény térkitöltésének (tömörségének) és szemnagysági összetételének kapcsolatát tanulmányozva, azt először szitasorozattal határozott mérethatárok közé eső, gyakorlatilag egynemű szemcseosztályokra bontjuk. Az ily módon közelítően azonos méretű részecskékből álló szemnagyságosztályok anyagának sűrűsége, térfogatsúlya, térkitöltése és hézagtérfogata egy bizonyos kokszfajtára vonatkozóan alábbi táblázatban összefoglalt számértékeket adja:

1. TÁBLÁZAT

Szemnagyságosztály határok mm <sub>g</sub>	Sűrűség g/dm <sup>3</sup>	Térfogat súly g/dm <sup>3</sup>	Térkitöltés térf. %	Hézagtérfogat térf. %
3,0 —1,5	1785	843	47,3	52,7
1,5 —1,0	1801	844	46,9	53,1
1,0 —0,5	1818	886	48,7	51,3
0,5 —0,2	1886	897	47,4	52,6
0,2 —0,06	1923	946	48,9	51,1
0,06—0	1923	948	49,1	50,9

A fenti táblázatot tüzetesebben szemügyre véve szembetűnő a különböző szemnagyság-osztályok koksanyagának a csökkenő szemcseméretnek felé növekvő sűrűsége. Ennek oka abban rejlik, hogy a koksanyag általában hólyagos szerkezetű. Ha a szemcseméret jelentősen meghaladja a hólyagszerű hézagok méretét, ezek minden oldalról anyaggal körülhatároltak lévén, a piknométerrel végzett sűrűségmérésnél térfogatukkal megnövelik a szemcseanyag térfogatát és ezzel csökkentik annak ily módon mért látszólagos sűrűségét. Ha ilyen, belül részben „üreges“ kokszzemcsét tovább aprítunk, akkor az üreg fala széttrörik és az addig „belül üres“ részecske eltört darabjai belül is „tömörekke“ és ennek folyamánaként nagyobb sűrűségűekké válnak. Ha a szemcsék már oly aprók, hogy bennük hólyag nem fordul elő, akkor sűrűségük további aprítás után is állandó marad. (Példa a két utolsó szemcseosztály.)

A térfogatsúly a csökkenő szemcseméret felé szintén nő. E két egyértelmű változással szemben feltűnő, hogy a térkitöltés és a hézagtérfogat értékei a belőlük kiszámítható középértékektől alig ( $\pm 2\%$  ingadozással) eltérő állandó értékek. A térkitöltés középértéke 48,05%, a hézagtérfogaté 51,95%.

E látszólagos ellentmondást érthetővé teszi az a testmértani törvényszerűség, hogy határozott rendszer szerint elhelyezkedő egyenlő átmérőjű golyókkal kitöltött térben a golyók közötti kitöltetlen hézagok össztérfogatának és a golyóhalmaz által elfoglalt össztérfogatnak aránya állandó. A különböző lehetséges golyóelrendezési lehetőségektől függően a hézagtérfogat értékei 25,9, 32,6, illetőleg 47,6% lehet. (2)

Mint hogy a kokszőrlemény elhanyagolással gyakorlatilag gömbalakúnak tekinthető, a szóbanforgó szabály ez esetre is érvényes és egyúttal magyarázatul is szolgál a közelítőleg azonos méretű szemcsékből álló szitaosztályok gyakorlatilag azonos hézagtérfogatára, illetőleg térkitöltésére vonatkozóan.

A jó anódmasszaminőség kokszőrleményénél megkövetelt minél tökéletesebb térkitöltés előállításának érdekében elengedhetetlen az azonos méretű szemcsék közti hézagoknak koksanyaggal való minél tökéletesebb kitöltése. Minthogy a kitöltendő hézagok mérete kisebb, mint az őket határoló részecskéké, szükséges, hogy az előbbieket kitöltő kokszzemcsék utóbbiaknál kisebbek legyenek. Ellenkező esetben, ha a „kitöltő“ szemcsék mérete gyakorlatilag egyenlő az eredeti szemcsékével, az egyenlő átmérőjű gömbökre vonatkozó szabálynak megfelelően a hézagtérfogat változatlan marad.

Az adott méretű durva szemcsék közti hézagokat kitöltő finomabb szemnagyságok térkitöltési „alkalmasság“-ának szemléltetésére szolgáljanak az alábbiakban ismertetett mérési adatok.

A durvább 1,5—3,0 mm-es szemnagyság súlyaránya a keverékben súly %	A kitöltő apróbb szemnagyság		A keverék		A keverék látszólagos sűrűsége g/dm <sup>3</sup>	A keverék térfogatsúlya a durvább szemnagyság térfogatának %-ában
	súlyaránya a keverék súly %-ában	mérete mm	térfogat súlya g/dm <sup>3</sup>	térkitöltés térf. %		
100	0	—	800	44,7	1785	100
88,9	11,1	1,5 —1,0	820	45,7	1785	102,5
80,0	20,0	1,5 —1,0	835	46,6	1792	104,5
72,7	27,3	1,5 —1,0	835	46,7	1790	104,5
66,7	33,3	1,5 —1,0	835	46,7	1790	104,5
57,2	42,8	1,5 —1,0	835	46,5	1795	104,5
100	0	—	800	44,7	1785	100
88,9	11,1	0,5 —1,0	842	47,1	1787	100
80,0	20,0	0,5 —1,0	878	49,0	1794	105,5
72,7	27,3	0,5 —1,0	880	49,1	1795	110,0
66,7	33,3	0,5 —1,0	888	49,5	1795	111,0
57,2	42,8	0,5 —1,0	900	49,7	1804	112,5
100	0	—	800	44,7	1785	100
88,9	11,1	0,2 —0,5	875	48,8	1795	109,5
80,0	20,0	0,2 —0,5	900	49,7	1807	112,5
72,7	27,3	0,2 —0,5	918	50,5	1814	114,0
66,7	33,3	0,2 —0,5	932	51,2	1820	116,0
57,2	42,8	0,2 —0,5	958	52,2	1834	119,5
100	0	—	800	44,7	1785	100
88,9	11,1	0,06—0,2	882	49,0	1799	110,5
80,0	20,0	0,06—0,2	943	51,9	1815	118,0
72,7	27,3	0,06—0,2	1035	56,5	1824	129,0
66,7	33,3	0,06—0,2	1070	58,6	1831	134,0
57,2	42,8	0,06—0,2	1128	61,0	1847	141,0

A fenti egy bizonyos kokszfajtára vonatkozó táblázat tanulmányozásánál szembetűnő, hogy az 1,5—3,0 mm-es szemnagyságosztályhoz egyenlő — például 42,8 súlyszázaléknyi — finomabb szemcsefajtákat keverve, azok „térfogatsúly növelő“ hatása erősödik a csökkenő szemnagyságok felé. Ez az első pillanatra meglepő szabályszerűség azonban rögtön érthetővé válik, ha meggondoljuk, hogy a hézagok az őket határoló kokszzemcsék közelítő gömbszerűsége miatt karcsú, vékonyodó ékalakúak és ezért különösen elékvűt részükön nem tölthetők ki az ékalakba „bele nem férő“ részecskékkal. Ez az oka az 1,0—1,5 mm-es szemcseosztály jelentéktelen „térfogatsúlynövelő“ hatásának. Minthogy csökkenő szemnagyságnál a kitöltendő ékalakú hézagegyedek térfogata egyre tökéletesebben tölthető ki, ennek hatásaként a térfogatsúly is egyre jobban fog növe-



kedni. A szemmagyságeloszlással és a térkitöltéssel kapcsolatos megfontolások az anódmasszagyártásnál hasonlóak a kerámiai iparban, az öntészeti homok minősítésénél a talajmechanikában és az ipar számos más területén is alkalmazottakhoz. Részletes taglalásuknak célja ez esetben az, hogy döntő minőségkialakító hatásuk az anódmasszagyártásnál kellő mértékben kidomborodjék.

Az utóbbi táblázatban különösen az 1,5–3,0 mm és 0,06–0,2 mm-es szemcseosztályok keverékére vonatkozó rész egyúttal szemlélteti, hogy a térkitöltés (61,0 térf.%) azonos anyag kétféle szemmagyságának elegyénél nagyobb, mint az őt alkotó bármely egynemű szemmagyságé.

A dolog természeténél fogva érthetően akkor is „tömörebb” keveréket nyerünk, ha finomabb szemcsés anyagba keverünk durvábbat, ugyanis ez esetben szintén kétféle szemcsenagyság elegye keletkezik.

Az említett táblázat adataiból a térfogatsúlyt az 1,5–3,0 mm-es szemmagyság mennyiségének függvényében ábrázolva minden bekevert „finomszemű anyag”-fajtára külön „térfogatsúly görbét” nyerünk. A görbék maximumot mutatnának, amiből következik, hogy bármely azonos anyagú, de kétféle méretű szemcséből álló elegynek van egy „legtömörebb” és ezért legnagyobb térfogatsúlyú összetétele.

A durvább és apróbb kokszzemcsék elegyének már fentebb taglalt és a részecskeméretük növekvő számértékű hányadosával (durva : finom) javuló térkitöltése természetesen magában rejti annak lehetőségét is, hogy a két összetevő keverékében még mindig megmaradt hézagterefogatot egy harmadik, mindkettőnél kisebb méretű szemmagyságosztály töltse ki.

Az üzemszerű anódmasszaelőállításnál ma gyakran ilyen, elvileg három szemmagyságosztályból álló kokszorleményeket alkalmaznak, ahol a szemmagyságosztályok mérethatárai egymáshoz kapcsolódnak.

(3) E szemmagyságosztályok mérethatárai

4,699–0,833 mm  
0,833–0,295 mm  
0,295–Ø mm

Az eléggé széles határméretközök oka az, hogy rideg anyagok aprításánál lehetetlen csupán egy bizonyos szemmagyságnak előállítása. Ilyenkor mindig a különböző szemmagyságok egész sora keletkezik és túl szűk szemcsemérethatárok esetében az aprított anyag jelentős része, mint mérettűrésen kívüli felhasználhatatlan vo'na.

A jóminőségű anódmassza kokszorleményében a kis hézagterefogatot biztosító finom szemmagyság mellett még fontos a kokszzemcsék minél kisebb belső hézagossága is.

Ezt szemléltesse egy bizonyos kokszfajtára vonatkozóan az alábbi táblázat.

Szemmagyságosztály mm	$\gamma_1$ g/dm <sup>3</sup>	$\gamma_2$ g/dm <sup>3</sup>	$H_b$ térf. %
3,0–1,5	1785	1923	7,0
1,5–1,0	1801	1923	6,3
1,0–0,5	1818	1923	5,7
0,5–0,2	1886	1923	2,0
0,2–0,06	1923	1923	0,0
0,6–0	1923	1923	0,0

A „belső hézagterefogat” kiszámítására a  $H_b = 100 \left( 1 - \frac{\gamma_2}{\gamma_1} \right)$ , ahol

$H_b$  — belső hézagterefogat térf. %

$\gamma_1$  — a szemmagyságosztály anyagának 0,06 mm-nél finomabbra örölt állapotban mért sűrűsége g/dm<sup>3</sup>,

$\gamma_2$  — a szemmagyságosztály anyagának továbbaprítás nélkül mért látszólagos sűrűsége g/dm<sup>3</sup>.

Az anódmassza kiégésekor keletkező anódtömb tömörsége érdekében kívánatos, hogy abban minél kevesebb, akár egyes szemcsék közti, akár pedig egyes szemcséken belüli hézag legyen. Az utóbbiak teljes hiánya a nagymennyiségű finom szemmagyságnál, a jó térkitöltésen túl még hatásos, pótlólagos tömörítés előidézője (mert a legfinomabb szemcsék tömörek).

A szükséges szemmagyságelegy előállítására elvileg két módszer alkalmas. Az egyik öröl és megfelelő szitákkal szétfajtagza az örleményt, majd a kapott szemmagyságosztályokat megfelelő arányban összekeveri. A másik módszer örléssel a kívánt elegy szemmagysági összetételét, valamennyire megközelítő örletet termel és ezt a hiányzó — rendszerint finom — szemmagyság pótlásával helyesbíti.

Az első módszer az egész örleménymennyiség osztályozásának szükségessége miatt önköltségtöbbletet jelent, de alkalmazásával a kívánt legjobb szemmagysági összetétel és ennek állandósága üzemszerűen jobban biztosítható.

A kokszorlet szitálása elkerülhető háromféle, a szitaosztályok szemmagysági összetételét megközelítő, szitával nem osztályozott örlet előállításával is. A nyert örletet megfelelő arányú keverékéből az anódmassza kokszyanyagának kívánatos szemcsézete különös nehézség nélkül előállítható.

Az utóbbi módszernél, mivel nem fajtagza az örletet, kisebb az önköltség, de a kívánt szemmagyságeloszlás üzemi előállítása, de főleg állandóságának biztosítása csak bizonyos ingadozás árán lehetséges. Egyszerűsége miatt anódmassza-üzemekben gyakran az utóbbi módszert is alkalmazzák.

b) A kötőanyag szerepe az anódmasszában és a kiégített anódtömbben különböző.

A massa „nyers” állapotában beburkolja minden kokszzemcsé teljes felületét, és ezenkívül kitölti a kokszorleményben lévő szemcsék közti hézagokat. Ezáltal a szemcsehalmazt egyúttal egy tömbbé is egyesíti.

A kokszzemcsék kötőanyagburkának viselkedése hasonló a kenőanyagéhoz, az olvadt massa ezért lényegesen „folyékonyabb”, mint a száraz kokszorlet. Ennek egyik oka, hogy a szemcsék, mint a kötőanyagba bemártott testek, veszítenek a súlyukból. Minthogy a kötőanyag sűrűsége ( $\approx 1,30$  g/cm<sup>3</sup>) a koksztét ( $\approx 2,0$  g/cm<sup>3</sup>) eléggé megközelíti, utóbbi súlycsökkenése jelentős ( $\approx 65\%$ ). E nagy súlyvesztés eredménye, hogy a szemcsék közt (mindegyikükön kötőanyagburok van), főleg folyadéksúlylódás áll fenn. A nagyobb szemcsék közötti nem folyadékjellegű súrlódást pedig a köztük elhelyezkedő finomanyag szintén jelentős mértékben csökkenti.



A kötőanyag szükséges mennyiségét vizsgálva megállapítható, hogy az három részből tevődik össze. Főtömegét képezi a száraz koksörlemény mérhető hézagterfogatát kitöltő mennyiség. Kisebb hányadát alkotja a kokszzemcsék felületének beburkolásához szükséges rész. Utóbbi, mert rétegvastagságával eltávolítja egymástól a részecskéket, mint pótlólagos hézagterfogatot is jelentkezik.

Az anódmassza kötőanyagtartalmának harmadik részét teszi ki az a mennyiség, ami a nagyüzemi gyártásnál előálló szemnagyság-ingadozás miatt esetenként előálló hézagterfogatnövekedés biztos kitöltéséhez szükséges. Ez a mennyiség többnyire felesleg és csupán a kellő kötőanyagtartalom biztosítását célozza.

A kötőanyag kielégítő mennyisége leegyszerűbben úgy állapítható meg, ha kb. 0,15 kg-os anódmasszadarabot 100–130 °C fokra melegítünk, amikor annak felülete elegendő kötőanyag jelenlétében „kifényesedik” a külsején kiválott kötőanyag feleslegétől. Túl kevés kötőanyagot tartalmazó anódmasszában a darab külseje fénytelen marad.

A kötőanyagfelesleg sokkal kevésbé hátrányos, mint a kötőanyaghiány. Utóbbi esetében a kokszzemcsék felülete és a közöttük lévő hézagok nincsenek telítve kötőanyaggal. Az ilyenkor mutatkozó anódmorzsolódást a kokszzemcséknek nem kielégítő „bekötöttsége” okozza. A jelenség részleteiből ismertetését az anódmassza kiegészi folyamatának leírása alább adja majd.

A túlságosan nagy 5–10%-ot meghaladó kötőanyag-többlet az anódok felső részén meggyűlik, mert a nagyobb sűrűségű kokszzemcsék benne leülepednek. Ily módon a leülepedett kokszzemcsék csupán a hézagterfogatának megfelelő kötőanyagot tartalmazhatja. Az ezáltal az anódokon meggyűlő és egyre szaporodó mennyiségű kötőanyagfelesleg, amennyiben nem párolog el, az Al-kohókád üzeménél zavaróan hat.

A kötőanyag eddig leírt szerepe a nyers, kiégetlen anódmasszával függött össze. Az anódtömb kiégésével kapcsolatos jelenségek leírásához szükséges elsősorban magának a kiegészi folyamatnak rövid ismertetése.

Az anódnak az Al-kohókádba merülő része 940–960 °C hőmérsékletű olvadékba merül és azzal egyező hőfokú. Minél jobban távolodunk az olvadék felszínétől felfelé, annál jobban csökken az anódtömb hőmérséklete. A fürdőfelszíntől kb. 1,00–1,30 m-nyire az anód hőfoka 100–140 °C.

Az anódmassza-kötőanyag általában 60–80 °K&S lágyuláspontú kőszénkátrányszurokból áll. Az anódok lassú 10–20 mm-es napi leégése szükségessé teszi azoknak az olvadékba történő megfelelő ütemű besüllyesztését, hogy ily módon az anód-katód távolodásnak kívánatos állandósága biztosítható legyen. Eközben az anódmassza anyaga lassanként egyre növekvő hőmérsékletűvé válik, aminek hatására a kötőanyag lassanként forrásnak indul. A hőmérséklet további emelkedése és a számos különböző forráspontú vegyületből álló kőszénkátrányszurok könnyebben és változatlan összetételben elpárolgó alkatrészeinek eltávolítása után a visszamaradt rész az egyre erősödő hőhatásra elbomlik (krakkolódik).

Ez a bomlás a kötőanyag oly alkatrészeinél következik be, melyeknek forrása magasabb, mint bomlási hőfokuk. A hőbomlást szenvedő kötőanyag-rész összetevőinek nagy és számos atomból összetett molekulái a hő hatására részben szétszakadnak, részben újra összekapcsolódnak és végeredményként főleg szurok-koks, szénhidrogén és hidrogén gázok keletkeznek. A hőbomlás eredményeképpen keletkezett „koks-maradék” az eredeti kötőanyag mennyiségének a hőfokemelkedés sebességétől függően kb. 40–60 százaléka. A jóminőségű anódtömböket adó anódmassza kötőanyagának laboratóriumi elkokszosításánál kívánatos, hogy annak százalékos koks-maradványa és „szabad szén”-tartalma között a különbség minél nagyobb, de legalább 19 legyen. (4).

Ilyen tulajdonságú a kőszénkátrányszurok nagy része. Kis koks-maradványuk miatt hazai tapasztalatok szerint kötőanyag céljára többnyire alkalmatlan a barnaszénkátrányból, illetőleg ásványolaj-pakurából kinyerhető „szurok”. Külföldön sikeres kísérletek folytak különböző módon nyert szén-, illetőleg bitumen extraktumok kötőanyagként történt alkalmazására. (5), (6). Vannak adatok barnaszén-szurok kötőanyagként történt alkalmazására is. (7).

A masszakiégés vázolt folyamatával kapcsolatos és a keletkező anód használhatóságára nagy befolyással van a kötőanyagnak elkokszolódásakor bekövetkező térfogat csökkenése.

E térfogatsökkenés oka a kötőanyag ( $\sim 1,30$  g/cm<sup>3</sup>) és a belőle keletkező szurokkoks ( $\sim 1,95$  g/cm<sup>3</sup>) sűrűségének különbsége és előbbi részleges elpárolgása. A térfogatsökkenés mérvének közelítő meghatározására alkalmas az alábbi összefüggés.

$$C = 100 \left( 1 - \frac{M \cdot S_1}{100 \cdot S_2} \right), \text{ ahol}$$

C — a kötőanyag kokszolódásakor beálló térfogatsökkenés a teljes kötőanyagterfogat százalékában,

M — a kötőanyag koks-maradékának súlyszázalékában,

S<sub>1</sub> — a kötőanyag sűrűsége g/cm<sup>3</sup>,

S<sub>2</sub> — a kötőanyagból keletkező szurokkoks sűrűsége g/cm<sup>3</sup>.

A gyakorlatból vett példánál pl. M = 50 %, S<sub>1</sub> = 1,30 g/cm<sup>3</sup>, S<sub>2</sub> = 1,95 g/cm<sup>3</sup>, a szóbanforgó anódmassza kötőanyag-tartalma 28 térf. %. E példában az anódmassza kokszolódásakor a kötőanyag térfogatsökkenése 67 térf. % (ha eredeti térfogatát 100 %-nak vesszük).

Az anódmasszáknak kötőanyagterfogatának e mérvű csökkenését egyrészt az abból bomlatlanul elpárolgó összetevők, másrészt a kokszszálalás folyamata idézi elő. A kötőanyagnak az anód kiégésénél bekövetkező jelentős térfogatsökkenése egyúttal megmagyarázza a jó üzemi viselkedésű anódmasszáknak kokszzemcsékénél megkívánt jó térkitöltésnek, valamint az ezzel együttjáró legkisebb hézagterfogatnak fontosságát. A kötőanyag terfogatának az anód kiégésekor bekövetkező nagy csökkenése két következménnyel jár. A nyert anódmasszában lévő és kötőanyaggal teljesen kitöltött hézagok a kiégéskor közelítően  $\frac{2}{3}$  térfogatukban újra „üreské” válnak, ami az anód anyagát hézagossá teszi.



A kokszzemcsék közt elhelyezkedő és ily módon azokat egymástól eltávolító kötőanyagrétegek vastagsága kiégésükkor közelítően szintén egyharmadukra csökken, miáltal a részecskék egymáshoz közelednek. Ez a közeledés oka az anódmassza kiégésénél gyakran mutatkozó zsugorodásnak. Ez a zsugorodás lehet az előidézője a kiégett anódokban megfigyelhető repedéseknek.

Az anód felső részén lévő folyós, olvadt anódmasszarészből annak folyadéknyomása és a hajszálcsővesség együttes hatására egy ideig folyékony kötőanyag kerül a kiégett anódrésznek a kötőanyag térfogatcsökkenés hatására keletkező likacsiba. Itt ez is elkokszolódik, növelvén ezáltal az anód kiégett részének tömörségét. (8).

Az anód felső olvadt és alsó kiégett, szilárd része közti határfelület nem vízszintes sík, hanem hozzávetőlegesen az anódkeresztmetszet középpontjának helyén kiemelkedő lapos púppal lezárt felület. A gyakorlatban ezt „kiegési kúp”-nak nevezik.

Az anód felső részén lévő folyékony masszaretegnek fontos szerepe még, hogy a kiégett anódmasszarétegben keletkező gőz- és gáznemű termékek elől elzárja a távozás természetes, felfelé irányuló útját, és azokat a már kiégett anódrészen át történő átszűrődésre kényszerítse. Ezáltal a távozó szénhidrogének hosszabb ideig érintkeznek az izzó anódtömb anyagával, és elbomlanak. Ennek eredményeként szénleválás következik be, ami szintén csökkenti az anód likacsosságát.

Az ismertetett feladatok sikeres ellátása érdekében az anód felső részén lévő folyós anódmasszarétegnek 30–35 cm vastagnak kell lennie. Ellenkező esetben az anódkiegés gáznemű termékei könnyen áttörhetik. Ilyenkor a kitóduló gáz- és gőzbuborékok magukkal ragadják a folyékony kötőanyaggal együtt az abban lebegő finom kokszzemcséket. Ekkor következhetik be a massa kokszzórleményének szemnagyság szerinti réteges szétfajtázódása összes kellemetlen kísérő jelenségeivel (repedezett, likacsos, morzsolódó anód) együtt.

Az üzemileg jól használható anódmasszában megkívánt, kielégítő mennyiségű kötőanyag — ami biztosítja a benne lévő kokszzemcsék szinte súlytalan lebegését és egymáshoz képest akadálytalan elmozdulását — fontos még a lágyuláspontja is. Ez a kötőanyagtulajdonság kevésbé érdekes az anódmasszából képződő anód használhatóságának szempontjából, de erősen befolyásolja a nyers massa raktározhatóságát. Nem közömbös ugyanis az 1,5–2,5 m magas rakásban tároló anódmassza viselkedése, ha az nyáron napsütésben a szabadban tárol. Elengedhetetlen, hogy a nyers massa tömbjei még ilyen körülmények között is megtartsák eredeti alakjukat és ne olvadjanak vagy ragadjanak össze egy tömeggé. Ellenkező esetben a masszarakások egy részét szétterülnek, másrészt igen körülményessé válik az elszállításukat megelőző aprítás. A darabolás nehézsége könnyen érzékelhető, ha meggondoljuk, hogy a szétterülő anódmassza anyaga nemcsak kemény, de szívós is. A vázolt tárolási nehézségek elkerülhetők, ha az anódmassza kötőanyagának lágyuláspontja 60–80° K&S. Ilyen anyaggal kötött anód-

massza még a nyári napsütésnek kitéve sem tapad össze.

Az alumíniumkohóban használt anódmasszák minőségének vizsgálata laboratóriumban nem túlságosan megbízható eredményeket ad. (9) Az ok az üzemi és laboratóriumi viszonyok különbözőségében rejlik. Míg az üzemben pl. valamely masszarész kiégése hozzávetőlegesen három hónapig tart, ez a folyamat a laboratóriumban 8,5 óra alatt folyik le. A két időtartam közti különbség eléggé szemléltető módon jelzi a kétféle módon kiégett anódmassza anyagán végrehajtott különböző fizikai tulajdonságok mérési adatai közt várható eltéréseket. Különösen élesen megmutatkozik a laboratóriumi mérések eredménye, s a gyakorlatban tapasztalt üzemi viselkedés közti eltérés, ha valamely ismeretlen minőségű anódmasszaról, használhatóságát illetően, laboratóriumi vizsgálat alapján kísérünk meg véleményt adni.

Egyedül a szemnagysági összetétel, a kötőanyagfelesleg a lehetőleg 1% alatti hamutartalom korlátozott mértékében még a laboratóriumban kiégett anódmasszapróbák nyomószilárdsága adnak a minősítéshez felhasználható támpontokat.

Alábbi táblázat mutatja néhány jó üzemi sajátosságú anódmassza kokszyanyagának szemnagysági összetételét:

Anódmassza minta száma	Kokszzórlemény szemnagysági összetétele súly %						Szénalak-képződés g/kg Al fém
	+1,5 mm	+1,0 mm	+1,6 mm	+0,3 mm	+0,2 mm	–0,2 mm	
3	9,4	6,7	17,8	18,9	5,3	41,9	11,7
5	16,4	4,2	1,3	7,2	6,5	64,4	6,7
7	20,6	12,5	10,9	4,5	1,5	50,4	20,9
8	22,7	8,4	6,3	5,6	2,7	54,7	25,0
9	22,7	6,2	11,3	10,8	3,2	45,8	11,6
15	22,6	10,5	6,3	5,2	5,0	59,4	21,0

Az egyre növekvő kohókádméretetek miatt a fentebbi, szokásos szemnagysági összetételű kokszzórlemény felhasználásával készült anódmasszák helyett külföldön kísérletek folynak sokkal nagyobb szemnagyságú kokszzórleményeket tartalmazó masszakkal. A durva, 8–15 mm-es kokszzemcsék célja itt az anódok repedezésének lehető kiküszöbölése. Hasonló céllal növelték már régebben a nagyteljesítményű ív-élektrodák nyersanyagának (főleg antracit) szemnagyságát. E szemnagyság — durvítás nélkül a nagy ívínyes kemence-elektrodák vagy repedések folyamánként letöredezték, vagy azokat vastagságukban osztva — több darabból kellett összerakni. (Elektroda pakett.)

Ezzel szemben kifejezetten rossz üzemi tulajdonságú anódmasszák kokszzórleményének szemnagysági összetétele a következő volt:

Anódmassza minta száma	Kokszzórlemény szemnagysági összetétele súly %						Szénalak-képződés g/kg Al fém
	+0,5 mm	+1,0 mm	+0,6 mm	+0,3 mm	+0,2 mm	–0,2 mm	
1	27,5	7,1	14,2	18,2	5,5	27,5	90,0
2	28,0	9,1	15,3	17,6	5,7	24,3	70,0
4	33,8	10,1	18,2	15,5	4,0	18,0	323,0
10	14,8	8,9	13,6	26,4	8,0	28,3	124,0



A kedvező szemmagysági összetételű és elegendő kötőanyagot tartalmazó anódmassza használhatóságára nézve még mindig csupán üzemen történt kísérleti felhasználás ad megbízható választ. Kedvező laboratóriumi vizsgálati eredmények csupán valószínűsítik a jó üzemi használhatóságot, de nem szolgálnak ilyen szempontból bizonyítékkal.

A fentiekben az anódmassza koksörleményére, kötőanyagára és kívánatos kötőanyagtartalmára vonatkozó megfontolások helyességének ellenőrzésére a tatabányai Alumíniumkohó és a Műszétermelő Vállalat szakembereivel együttműködve 20 tonna kísérleti anódmassza készült a Műszétermelő Vállalat üzemében. Jellemző adatai:

#### Koksörlemény:

Anyaga: szurokkoksz 0,4—0,6% hamutartalommal:

#### Szemmagysági összetétele:

1,5 mm felett	22,6 súly %
1,0 —1,5 mm	10,5 súly %
0,6 —1,0 mm	6,3 súly %
0,3 —0,6 mm	5,2 súly %
0,2 —0,3 mm	5,0 súly %
0,1 —0,2 mm	17,1 súly %
0,06—0,1 mm	14,2 súly %
0,06 alatt	19,1 súly %
összesen	100,0 súly %

A koksörlemény mennyisége az anódmasszában 72,0 súly %.

A koksörlemény litersúlya 1360 g/liter.

A koksörlemény látszólagos sűrűsége (az anódmasszában felhasznált szemmagysági összetételű anyagé) 1,90 g/cm<sup>3</sup>. Koksörlemény hézag tartalma 28,0%.

#### Kötőanyag.

Az anódmassza kötőanyag tartalma 28,0 súly %. A felhasznált kötőanyag lágyuláspontja 75—80° K&S. A kötőanyag minősége: óbudai gázgyári kőszén szurok.

Egyik alumíniumkohónk többhónapos méréseiből megállapítható, hogy a fenti massa üzemi felhasználásánál mutakozó szénsalakképződés átlagosan 21 g/kg termelt alumíniumfiém, ami kedvező érték.

A jóminőségű anódmassza minta gyártásakor a helyes összetételen túl még az a tapasztalat is leszűrhető volt, hogy a koksanyag aprításához feltétlenül szükséges a durva és középtörő mellett egy finom aprítóberendezés is. Az immár három éve sok nehézség közepette lefolyt kísérleti anódmasszagártásnál durvatörő céljára pofástörő, középtörőül kalapácsos malom, finomtörőként pedig simahengeres malom szolgált.

A szurokkokszanyag aprításánál törőgépenként biztosítható szemmagyságok:

Pofástörőnél 100—350 mm-es szemmagyságú feladásból 5—30 mm-es szemmagyság keletkezik.

A kalapácsos malomban az 5—30 mm-es szemmagyságú feladott anyagból keletkező örlet:

1,5 mm felett	27,5—33,8 súly %
1,0—1,5 mm	7,1—10,5 súly %
0,6—1,0 mm	14,0—18,0 súly %
0,3—0,6 mm	18,0—15,5 súly %
0,2—0,3 mm	5,5—4,0 súly %
0,2—mm alatt	27,5—18,0 súly %

A finom törőként használt simahengeres malom a kalapácsos malom örletét alábbi szemmagysági összetételre aprítja:

1,5 —1,0 mm	0,1 súly %
1,0 —0,6 mm	0,1 súly %
0,6 —0,3 mm	0,3 súly %
0,2 —0,3 mm	4,3 súly %
0,1 —0,2 mm	38,9 súly %
0,06—0,1 mm	28,4 súly %
0,06 mm alatt	27,9 súly %

Az anódmasszagártáshoz szükséges koksörlemény a kalapácsos és hengerestörő örleményeinek oly arányú keverékéből álljon, melyben a 0,2 mm-es szemmagyságnál apróbb szemek mennyisége 50—55% legyen.

A kísérletekhez felhasznált szurokkokszot nem kellett „kalcinálni”, azaz 1300° C körüli hőmérsékleten kiizzítani, mert a vezetőképessége kielégítő volt.

A szabadban tárolt és ezért nedves koks lassítja a finomlrlést, de lassítja a víz elpárolgatatási időszükséglete miatt az anódmassza gyártását is. A víz elpárolgatatása a keverő gyúrógépeken történ.

A Z-karos keverő-gyúrógépbe beadagolt, lemért 720 kg-nyi, megfelelő szemmagyságú összetételű, közelítően 1360 g-os litersúlyú koksörlemény kb. 45 pernyi keverés után felmelegszik 70—80 C fokra, miközben nedvességtartalma is eltávozik. Ehhez kívánatos, hogy a gyúrógépet fűtő gőz 3—4 atü. nyomású legyen. Ezután a 280 kg, legalább 20 mm szemmagyságúra előtört 70—80° K&S lágyuláspontú kőszénkátrányszurok kötőanyag beadagolása következik 3—4 részletben. Minden következő szurokrészlet beadása csak az előző darabjainak megolvadása és bekeveredése után történik.

A teljes szurokmennyiség beadagolása és megolvadása után a keletkező kötőanyag tartalmú anódmassza keverés közben összefüggő, tézstaszerű tömeg. Ha keverés közben a massa részekre szakadozásra hajlamos, akkor még kevés benne a kötőanyag. Ilyenkor még pótlólag szurkot kell adagolni a szétszakadozás megszűnéséig. A nem szakadozó anódmassza megfelelő képlékenységet a keverők megállítása után mutakozó, másodpercenként 0,5—1 cm-es sebességű szétfolyás és az olvadt kötőanyagtól fényes felület jelzi.

Az ilyen állapotú anódmassza szétszedhető vaslemez formába öntve és vízpermettel hűtve kb. 2 óra alatt szilárdul meg 10—15 kg-os derékszögű négyszögekkel határolt tömbökben.

Az anódmasszához sokban hasonlóak a katódmasszák, vagy döngölőmasszák. Mint nevük is mutatja, az alumíniumkohókádak katódjainál alkalmazák őket és ez a felhasználás határozza meg tulaj-



donságaikat. Általában háromféle minőségben használatosak a hazai Al-kohókban. Ezek főleg kötőanyagtartalomban, koksanyaguk minőségében és szemnagysági összetételében különböznek egymástól. A használatos döngölőmasszafajták:

1. Hézagkitöltő — és áramvezető acélsín — be-döngölő massa.
2. Kádszél massa.
3. Fenékdöngölő massa.

A hézagkitöltő masszát a katód anyagát képező kiegészített széntömbök illesztési hézagainak, továbbá az áramvezető sínek és széntömbök közti hézagok kitöltéséhez alkalmazzák. A kádszél döngölő massa az alumíniumkohókadák olvadéktérét oldalról határoló katódrész anyaga. A fenék döngölő massa rétegén nyugszanak a katód széntömbjei és ily módon oxidáció ellen, jobban védettek, mintha téglán feküd-nének, mert a levegőbehatolás megfelelő kiképzéssel a massa felhasználásával gyakorlatilag kiküszöböl-hető.

Az anódmasszához hasonlóan a döngölőmasszák is kokszból és kötőanyagból állanak. Minthogy az anódmasszákkal ellentétben oxidáló hatásnak alig kitettek, tovább, mert anyaguk vegyileg az olvadék elektrolitnek is jól ellenáll, hamutartalmuk az anód-masszákéénál nagyobb is lehet.

Koksanyagukat ezért a szurok- ill. petrokoksz mellett antracit, sőt kőszénkoks is alkothatja. A ve-zetőképesség javítására a hézagkitöltő massa még elektrografit örleményt is tartalmaz.

A különböző használatos döngölőmasszák koks-anyagának szemnagysági összetételét az alábbi tá-blázat mutatja:

Döngölőmassza fajta	Koksörlemény szemnagysági összetétele súly %					
	+1,5 mm	+1,0 mm	+0,6 mm	+0,3 mm	+0,2 mm	-0,2 mm
Hézagkitöltő...	0,7	2,9	6,1	17,8	6,9	65,6
Hézagkitöltő...	0,4	0,3	0,5	3,6	5,8	89,4
Kádszél döngölő	31,1	0,4	0,6	4,2	3,8	59,9
Fenékdöngölő..	35,5	8,3	13,9	13,5	4,3	24,5

A táblázatból megállapítható, hogy a felhasználás helye erősen befolyásolja a szemnagysági össze-tételt. Így a hézagkitöltő massa az illesztési héza-gok keskeny 8—30 mm-es mérete miatt aprószemű. (Nagyobbmértű szemcsék egyrészt feleslegesen és károsan növelnék e hézagok szélességét, másrészt nem kellőképpen idomulnának a katódtömbök felüle-téhez.) A kádszél és a fenékdöngölő masszák koks-anya-ga főleg a legdurvább szemnagyságban különbö-zik. Előbbinél ez 8—10 mm-es, utóbbinál 4—5 mm-es.

A döngölőmasszákat alkalmazásakor szükséges tömörítése és alakítása döngöléssel történik. Ennek feltétele, hogy az anyag kellő tömörítés után ne legyen már észrevehetően képlékeny. Ellenkező eset-ben a kohókadákba bedöngölt anyag felmelegedéskor alakját nem tartja meg, aminek eredményeképpen szétfolyik és ily módon a kádat használhatatlanná teszi. Az anódmasszához viszonyított lényegesen

kisebb képlékenységet az előbbinél kb. 20—40 %-kal kevesebb kötőanyagtartalom biztosítja. A koksanyag hézagterfogatának részleges kitöltetlensége miatt itt az egyes koks szemcsék az anódmasszával ellentét-ben kölcsönös elmozdulás esetén erőteljesen súrlód-nak egymáson. A kevesebb kötőanyagtartalom az anódnál likacsosabb koksztömböt adna kiegészítés után, ha ezt a döngölés okozta tömörítés nem ellen-súlyozná.

A döngölőmasszáknál a kötőanyag kőszénkát-rány- és kőszénkátrányszurok keveréke. Lágypontja hozzávetőleg 40° K&S. Az anódmassza kötő-anyagnál az alacsonyabb lágypont lehetővé teszi a meleg anyag döngölését a szabad levegőn anélkül, hogy az a lehűlés miatt túl gyorsan megszilárdulna. Végül említésre méltó, hogy a meleg döngölő masz-szák a keverő-gyűrőgépen gyúrva nem tézstaszzerűen összefüggők, hanem morzsolódnak, (kevesebb kötő-anyagtartalmuk miatt) és felületük nem csillogóan fényes — mint az anódmasszáé, hanem fénytelen, földes külsejű.

Az alumíniumelektrolízis ideális lefolyásakor a leváló oxigén egyesül az anód szénanyagával és utóbbi (a hamutartalmától eltekintve) szilárd mara-dék nélkül állandóan fogy. Az alumíniumkohók üzemi tapasztalata szerint azonban az anód oxidá-ciójakor a CO<sub>2</sub> és CO keletkezése mellett arról min-dig több-kevesebb koks is leperreg. Ez a finom szemnagyságú koks por jelenlétével zavarja az elek-trolízis menetét, mert növeli az olvadékelektrolit ellenállását és ez ezért túlhevül.

Az elektrolízis kedvező üzemi feltételeinek állan-dósítása céljából a lepergett és az olvadékelektrolit-ben meggyújt koks szemcsék időszakos eltávolítása szükséges. Minthogy az olvadék kriolit-tímföld „ned-vesíti” a benne lebegő apró koks részecskéket, azok anódefektuskor az olvadékfelületre történő „fel-úszás”-kor (hasonlóan a flotáláshoz) jelentős meny-nyiségű 50—70 %-nyi elektrolitot tartalmaznak. A „szénhab” vagy másnéven „szénsalak” állandó el-távolításakor ezért egyúttal állandóan jelentős meny-nyiségű és folyamatosan pótlandó értékes kriolit is eltávozik a kohókadákba. Ezt az anyagot hazai Al-kohóink — mint hulladékot — hosszú éveken át hányóra dobták.

A szovjet irodalom (10) tanulmányozásakor kitűnt, hogy úsztató (flotáló) eljárással a szénsalak kriolit-tímföldtartalmának 80—90 %-a visszanyer-hető és így újra felhasználhatóvá válik.

A szovjet eljárás lényege, hogy a szénsalakot golyósmalomban nedves örléssel 0,075 mm szem-nagyságnál apróbbra őrlik. Ez szükséges, hogy az elektrolit- és koks részecskék biztosan elkülönüljenek egymástól, ellenkező esetben flotálással nem választ-hatók külön egymástól. Eközben az ülepítéssel osztá-lyozott (Dorr-féle gereblyés osztályozón) örlemény 0,075 mm-nél durvább szemcséit zárt körfolyamban visszaviszik a malomba. A 220—240 g/liter meg-felelő szemnagyságú szilárd anyagot tartalmazó zagyot (örlemény és víz elegye) 0,15—2,0 kg/t ter-pentin és 2—3 liter/t petróleum keverékének hozzá-adása után flotálják, Fahrenwald készülékekben. A keletkező hab és zagy többszöri újra flotálásával



mindkét termék tisztul, a kriolit-timföld kihozatal pedig nő.

Az eljárás eredményeképpen a feldolgozandó salak és a kapott termékek alábbi összetételűek:

Anyag	$\text{Na}_3\text{AlF}_6$ %/o	C %/o	$\text{Al}_2\text{O}_3$ %/o	CaO %/o	$\text{SiO}_2$ %/o	$\text{Fe}_2\text{O}_3$ %/o
Salak flotálás előtt . . . . .	36,50	41,30	18,63	1,72	1,06	0,79
Flotálás habja (végső) . . . . .	9,50	78,60	5,65	5,57	0,16	0,52
Flotálási zagy (végső) . . . . .	67,50	1,40	24,79	3,05	2,36	0,90

A flotálás eredményeként a feladott örlemény súlyának 48,3%-a hasznosítható, mint elektrolit és benne a  $\text{Na}_3\text{AlF}_6$  és  $\text{Al}_2\text{O}_3$  együttes, összes mennyiségének 87%-a nyerhető vissza.

A fentiekben ismertetett szovjet eredmények alapján megindult hazai kísérletek nem nedvesen őrölt és osztályozott szénsalak felhasználásával folytak folyamatosan működő flotáló cellasorban, hanem szárazon őrölő, eközben szitával szemmagyság szerint osztályozó golyósmalomban és egyes szakaszosan működtetett úsztatókészülékekben.

A hazai üzemi kísérleti berendezés M—S és Denver-típusú gépi keverésű (agitációs) úsztató készülékekből áll. A munkamenet mozzanatai: az úsztató-készülék megtöltése vízzel, a szénsalakörlemény beadagolása a forgó kavarával mozgatott vízbe, flotálási segédanyagok adagolása, majd a keletkező hab állandó eltávolítása, képződésének gyakorlati megszűnéseig. Az úsztató készülékben maradt zagy derítő-medencébe ürül, ahol kiülepszik a benne lebegő, szinte szennyezésmentes kriolit-timföld-olvadék örleménye. Az úsztató-készülékben, annak kiürítése után a munkamenet újra kezdődik. Flotálási segédanyag jól folyó barnaszénkátrány. A kellő folyékonyság azért lényeges, mivel csak ilyen anyag oszlik el kellőképpen az úsztatókészülék kavarásszerkezetének hatására a zagyban. Túl sűrűn folyó kátrányt lepárlási kátrányolaj hozzákeverésével lehet foyósabbá tenni.

A leírt egyszeri úsztatással a következő eredmények érhetők el üzemszerűen:

A n y a g	Olvadékelektrolit %/o	Koksz %/o
Salak flotálás előtt . . .	74	26
Flotálási zagy . . . . .	96	4
Flotálás habja . . . . .	50	50

Az úsztatási eljárással a zagyból a feladott szénsalakörlemény 52 súly %-a nyerhető ki újra felhasználható olvadékelektrolit anyagaként. Ez a salakban lévő kriolit-timföld-tartalomnak 70%-a.

A kinyert hab újrafotálásával a végzett kísérletek tanúsága szerint a kriolit-timföld-tartalom még további 15—20%-a, azaz összesen 85—90%-os kihozatal is elérhető. E kihozatal elérésére a golyósmalomban eszközölt nedves őrölés és a szemmagyság szerinti tökéletesebb osztályozás jelentős segítséget nyújtana.

Az úsztató-készülékekből kiürült széntartalmától gyakorlatilag megtisztított olvadék-elektrolit derítő medencékben leülepszik, majd a felette elhelyezkedett víz eltávolítása után sűrű habarccsszerű állapotban kívülről fűtött, kissé lejtős tengelyű, vaslemezről készült forgócsővön áthaladva vesztí el 15—20% víztartalmát. A szárított anyag rögtön a kohókádakba adagelható az üzemközben állandóan eltávozó fluormennyiség pótlására.

A jelenleg nem hasznosított, jelentős széntartalmú flotálási hab anyaga víztelenítés után, mint az anód-masszagyártásnál szükséges legfinomabb kokszszemmagyság volna előnyösen értékesíthető. Jelenleg kísérletek folynak még öntődei grafitként történő felhasználására (a formák és magok fekecselésére).

A szénsalak másik hasznosítási módját is ismereti a szovjet irodalom (11). Lényege, hogy 5—10%-nyi finomra őrölt szénsalakot az anódmasszába bekevernek. Ezáltal a szénsalak mindkét összetevője hasznosul. A leírt eljárással hazai kísérlet még nem történt, de tanulmányozása, mint igen kis üzemköltségű és beruházást alig igénylő módszer — előnyösnek látszik. Nagyüzemi bevezetésének azonban komoly termelő-képességű anódmasszagyár az előfeltétele.

Végül a hazai Al-kohók megkísérelték a szénsalak széntartalmának elégetésével előbbi olvadékelektrolit-tartalmának viszanyerését. Elvileg ez az eljárás egyszerűnek látszik, de a kriolit-timföld-olvadék viszonylag alacsony 930—960 C foknyi olvadáspontja miatt nehezen kivitelezhető. A nehézség, hogy a szén nem kellően szabályozott sebességű elégetésének hatására az olvadék-elektrolit anyaga részlegesen megolvad és ekkor jelentős szénmennyiséget bevonva, annak további elégetését megakadályozza. Ilymódon a „kiegetés” után még jelentős szénmennyiség marad vissza a termékben, ami nem kívánatos.

E nehézség kiküszöbölésére célszerűnek látszik a finom porrá őrölt szénsalaknak Wedge—Humboldt-vagy egyéb rendszerű többemeletes mechanikusan kavart (pirítópörkölő) kemencében történő „kiegetése”. Az anyaghőmérsékletnek az olvadékelektrolit olvadáspontjához való növekedése ez esetben a levegőadagolás megfelelő mértékű csökkentésével, vagy az égési levegőbe eszközölt füstgázbevezetéssel akadályozható meg. A pörkölő kemence beruházási- és üzemköltsége azonban valószínűleg meghaladják a flotálás költségeit.

#### IRODALOM.

1. Elektrokemisk vizsgálati előírások. 209 E4. oldal.
2. Niggli: Gesteine und Minerallagerstätten. I. kötet 262—264. oldal.
3. Elektrokemisk vizsgálati előírások. 209 E1. oldal.
4. Elektrokemisk vizsgálati előadások. 601—603. AE oldal.
5. 54759 számú norvég szabadalom 1935. I. 7.
6. H. Brocke, H. Nedelmann: Glückauf. 1933. 233—240. és 257—267. oldal.
7. I. J. Posztovszky, W. N. Novikov: Koksz i chimija. 1934. 8. 17—23. oldal.
8. Bjelajev: Könnyűfémek kohászata. 242. oldal. (Magyar fordítás 1950.)
9. Romwalter—Pöcze: Az anódmasszák egyes fizikai tulajdonságai és az üzemi használhatóságuk közti kapcsolatot. Kohászati Lapok 1952 február.
10. Bjelajev: Metallurgia legkich metallo. 1944. (Orosz nyelven.)
11. Mint előbb.



## Hozzászólások :

*Becker Ervin:*

Norvégiában voltam és az ott szerzett tapasztalataimmal szeretném Romwalter kartárs előadását ki egészíteni. A legjobb nyersanyag a szurok-koksz, ezzel elérhető 2—2,05 térfogat súly. Kevésbé jó a petrol-koksz, mert ezzel a fenti értékek ritkán érhetők el.

Vertikális árambevezetésű anódokhoz való masszának a kötőanyaga 60—70 fok Krämer-S. Régente a lágyulási pont 35—40 volt, ami az igen kellemetlen ragadást és szétfolyást okozta az akkori anódmasszáknál. Igen fontos a kokszörlemény állandó szemnagysága, amelyet párhuzamosan kapcsolt henger- és golyósmalommal érhetünk el, ahol 10% visszafolyást állítanak be az anyagfolyamba. Az őrlésnél keletkező port jól átgondolt elszívással tökéletesen elvonják már a keletkezési helyén, az elszívott port azután leválasztják és igen értékes nyersanyaga az anódmassza-gyártásnak. Az örleményt mágnessel vastalanítják. Az örleménynek 5 szemnagyságát tárolják külön. A keverőbe először a finom anyagot, erre a durvábbat adagolják, majd az egészet szárazon keverik és ezután részletekben adják be a kötőanyagot. A keverés végén a keverőben lévő massa hőmérséklete 170—180° C. Ezután a folyékony masszát formákba öntik.

A vertikális áram-bevezető tűskéjű anódoknál a gyakorlat megmutatta, hogy nem célszerű folyékony masszát adagolni.

*Gerencsér József:*

Romwalter kartárs megemlítette a salak pörkölését. A pörkölésnél kapott eredmények azt mutatják, hogy az nem sikerült. A kapott termék visszamaradt szénszennyezettsége mellett még erősen lúgos kémhatást is mutatott, amely kellemetlen volt a felhasználásnál.

Meg szeretném még említeni, amiről az előadó beszámolójában nem szólt, nevezetesen, hogy a tatabányai kohóban katódok döngölésére anódmasszát alkalmaztunk akkor, amikor nem volt kiégetett fenékszén külföldről behozható. Ily módon sikerült áthidalni a fenékszén-hiányt, anélkül, hogy az alumíniumkohók nagy részét le kellett volna állítani. A magyar műszaki értelmiség ily módon sikerrel pótolta a külföldről származó anyagot. Itt kívánok rámutatni arra, hogy külföldön döngölt fenékű kemencéket sikerrel alkalmazták és a fentiekben említett magyarországi kísérlet is sikeres volt.

A harmadik kérdés, amihez hozzá akarok szólni, a magyar anódmassza jelenlegi állapota. A gyártás egy év óta állandó vajadásban van. A magyar anódmassza kérdését műszaki értelmiségünk és dolgozóink elméleti vonatkozásban talán teljes egészében megol-

dották. Gedeon kartárs véleményéhez csatlakozom, hogy ez Romwalter kartárs nevéhez fűződik. Remélem azonban, hogy a magyar anódmasszáknak további gyártásával kapcsolatban kormányzatunk oda fog hatni, hogy ezt a sok szerv által irányított ügyet egy kézbe fogja össze és e célból egy egész szűkkörű bizottságot fog alakítani. Szükségesnek tartom, hogy az egészet Romwalter kartárs kezébe adják és ily módon mentesítsék a más iparágakból ide beállított szakembereket e kérdéssel való intenzív foglalkozástól.

*Szakál Pál:*

Olyan országban, mint a miénk, ahol európai viszonylatban jelentős mértékben gyártunk timföldet, nem érdektelen az alumíniumipar segédanyagokkal való ellátottságának kérdése. Lehet mondani, hogy majdnem világviszonylatban egyedülálló az a helyzet, ami Magyarországon kialakult. Elég jelentős alumíniumiparunk áll itt teljesen segédanyag nélkül. A termelés ilyen nagyságrendjében járunk és segédanyagokban importra szorulunk. Ki kell ebből a helyzetből szabadítanunk az alumíniumipart, még akkor is, ha a segédanyagok előállításához felhasznált anyagokat importáljuk. Ez igen lényeges, mert mindenütt a világon alumíniumkohókat és timföldgyárakat építenek, de ugyanakkor elhanyagolják a hamuszegény kokszféleségek gyártását. Ezzel párhuzamosan egyre nagyobb lesz a petrolkokszhiány. Mindig annak lesz a legrosszabb helyzete, akinek nincs belföldi ellátása. Egyik súlyos kérdés ez mennyiségi viszonylatban is. Hogy minőségi viszonylatban mit jelent a külföldi behozatal, szeretném ismertetni. A legkülönbözőbb országokból importálunk anódmasszákat, ezek közül olyan országokból is, ahol a szükséges gyártási adatok nem álltak rendelkezésre. Ennek következtében alumíniumkohászatunk kapacitásának kihasználása, termelési viszonyai rosszabbodtak és különösen a kriolit-fogyasztás hihetetlen mértékben, 3—4—5-szörösére emelkedett. Ez egyenes következménye volt a nagy szénlemorzosodásnak. Ezzel együtt járt a kemencék meleg járatása, a munkaviszonyoknak hihetetlen leromlása és az egész termelés romlása. Tehát nem érdektelen, hogy az anódmassza minőségét, saját országunkban gyártva, befolyásoljuk.

Ilyen irányú iparfejlesztés első és jelentős lépéseként kell üdvözlönnöm Romwalter kartárs által említett 21 g szénsalak képződésnek 1 kg alumíniumfémre vonatkozó értékét, ami komoly eredménynek tekinthető és a jó minőségű külföldi masszákkal vetekszik.

Amit Gerencsér kartárs elmondott, hogy az anódmassza gyártását számos ipari hatóság és fórum tartja kézben, valóban fennáll, ezért helyes volna koordinálni és a tervezés és elképzelés mezejéről a valóság mezejére vinni.



## Timföldgyártás különböző minőségű bauxitokból\*

DR. SIGMOND GYÖRGY

Д-р Георгий Шигмонд: Выработка глинозема из бокситов равного качества

A bauxitok összetétele általában rendkívül változó és minősítésük földtani szempontból is csak bizonyos gyakorlati elhatárolások után lehetséges. Jellemző erre L'apparent francia geológus szkeptikus meghatározása: „meglévő egyéb jelek mellett bauxitnak minősíthetünk minden olyan kőzetet, melynek  $\text{Al}_2\text{O}_3$  tartalma nagyobb, mint a kovasavtartalma”.

Az alumíniumipar kialakulásával és fejlődésével párhuzamosan a bauxit minősítése egyre inkább gyakorlati térre terelődött. A bauxitnak, mint az alumíniumgyártás nyersanyagának fogalma „alumínium-érccé” egyszerűsödött és ipari szempontból csak azt a földtanilag bauxit-jellegű kőzetet tekintjük bauxit-érccnek, mely timföldgyártásra alkalmas.

Fejlődő népgazdaságunk érdeke, hogy a földtani bauxit-készletek minél nagyobb százalékát hasznosítsuk. Már az öt éves terv első évében megmutatkozott, hogy a bauxitbányászat jobb kihasználása érdekében olyan bauxitfeldolgozások ipari feldolgozását is be kell vezetnünk, melyek eddig a hányóra kerültek. Erre két lehetőség van: vagy a jelenleg alkalmazott Bayer-eljárás minőségi követelményeit kell kiszélesítenünk vagy olyan timföldgyártási eljárásra kell áttérnünk, mely gyengébb minőségű bauxitok gazdaságos felhasználását is lehetővé teszi.

### A bauxitminőség kiszélesítésének hatása a Bayer-eljárásnál.

A bauxit minősítésénél egyrészt kémiai összetételét, másrészt összetevőinek ásványtani formáját vesszük figyelembe. Gyakorlatilag, kevés kivételtől eltekintve, a bauxit timföldtartalma és annak ásványtani formája, valamint kovasavtartalma döntik el a minősítés kérdését. A többi szennyezések jelentősége kisebb.

A bauxit timföldtartalmának mennyiségi változásait a kovasavtartalommal együtt külön fogjuk tárgyalni. A timföldtartalom ásványtani formájának gyakorlati jelentősége eléggé ismert és tudjuk, hogy az elsősorban a feltárhatóságot befolyásolja. A hidrargillit típusú bauxitok, melyek magas izzítási veszteségükről ismerhetők fel (iszkaszentgyörgyi, halimbai), kitűnően tárolódnak fel, a böhmít (nyirádi) és kevert (gánti, szöci) típusúak feltárhatósága szintén kielégítő, míg a diaspor-tartalmú bauxitok (nézsai, villányi) feltárhatósága a Bayer-eljárás szempontjából erősen korlátozott és az utóbbi típusú bauxitokat hazánkban timföldgyártásra még nem is használták fel.

A vasoxidtartalom a minősítés szempontjából nem játszik lényeges szerepet. A teljesség kedvéért meg kell említenünk az iszkaszentgyörgyi bauxit esetét, mely jól feltárható bauxit, azonban a vasoxidot limonit formában tartalmazza és ennek következtében vörösiszapja igen rosszul ülepszik. Kellő hőfokon végzett egyenletes előszáritás után a limo-

nittartalom hematittá alakul és a vörösiszap ülepedése lényeges megjavul; keményítő-adagolással az ülepszhetőség még tovább javítható.

A többi bauxit-alkatrészek, illetve szennyezések a timföldgyártás technológiája szempontjából nem jelentősek. A titánoxid-tartalom az egyes bauxitfajtákon belül és országos viszonylatban is kevés ingadozást mutat, így hatása, mely főleg a lúgfogyasztás növekedésében jelentkezik, állandó értékkel vehető figyelembe. Kellemetlen szennyezése egyes bauxitoknak a szulfát-tartalom; a szulfátgyök ugyanis a feltárás során a marónátronhoz kapcsolódik és egyrészt növeli a nátronfogyasztást, másrészt a kitűnően oldódó nátriumsulfát a lúgban feldúsul, annak aktivitását csökkenti és kellemetlen kiválásokat okoz. Eltávolítása kémiai módszerekkel nem lehetséges, csak a bepárolt sűrűlúg szűrésével, ami növeli az eljárás költségeit. Érdekes, hogy a szabad kén-, vagy pirít-tartalmú bauxitok viszont könnyen feltárhatók és a kén a vashoz kötve marad. A bauxit karbonáttartalma a szulfáthoz hasonlóan viselkedik, a lúg egy részét dekauszifikálja és a keletkezett szóda ugyanolyan ballasztot jelent az üzemi lúgokban, mint a szulfát.

Fentiek alapján a további vizsgálódásokat csak a bauxit, a timföld és kovasav tartalma szempontjából folytatjuk, mert a többi alkatrészek által okozott nehézségek nem kívánnak lényeges változtatást a timföldgyártás technológiájában.

A szovjet timföldgyártás megismerésével szokássá vált a hányados (modulus) szerinti értékelés. A modulus a timföld- és kovasavtartalom hányadosa, értéke tehát annál nagyobb, minél nagyobb a timföld- és alacsonyabb a kovasavtartalom. Ezért a szovjet szabványban a timföldtartalom mellett, nem a kovasavtartalmat, hanem a hányadost tüntetik fel a bauxit minőségi kiértékelésére.

A bauxitminőség kiszélesítése a timföld- és kovasavtartalom szempontjából azt jelenti, hogy alacsonyabb timföld- és magasabb kovasavtartalmú bauxitokat dolgozunk fel.

A timföldtartalom csökkenése elsősorban a fajlagos bauxitfogyasztás emelkedéséhez vezet, természetesen emelkedik az egy tonna timföld előállításánál keletkezett vörösiszap mennyisége is. Ezzel kapcsolatban a timföldgyártásnak mindazok a költségtenyezői emelkednek, melyek a feldolgozott bauxit és a keletkezett vörösiszap mennyiségével állnak összefüggésben. Ezek a bauxit fuvarozási, szárítási és őrlési költségei, valamint a feltérési, ülepítési és szűrési költségek. A vörösiszap mennyiségének növekedése ezenkívül a rosszabb kimoshatóság révén a vörösiszappal kivitt timföld- és lúgvesztéseket is növeli, ami a globális kitermelés csökkenéséhez és a marónátronfogyasztás emelkedéséhez vezet. A költségtenyezők emiatt növekedése a timföldtartalom csökkenésével a lineárisnál gyorsabban emelkedik, mert az egy tonna timföldre eső bauxit és iszapmennyiség növekedése emeli a veszteségeket.

A kovasavtartalom növekedése szintén a kitermelés csökkenését eredményezi, ami az előbb emlí-

\* Elhangzott az 1951. évi Vegyészkongresszuson.



tett kihatással van a timföldgyártás költségtényezőire. Ezért a magyar szokvány szerint a bauxit timföldtartalmának csak azt a részét köteles a vevő a bányának megfizetni, mely a kétszeres kovasavtartalom levonása után marad. Ennek az eljárásnak indoklásáról később lesz szó.

A kovasavtartalom döntő befolyással van a marónátrionfogyasztásra, növekedésével a marónátrionfogyasztás rohamosan emelkedik és éppen ez az a tényező, amiért a timföldgyárak kevésbé idegenkednek alacsony timföldtartalmú bauxitoktól, mint a magas kovasavtartalmúaktól.

A magyarvári timföldgyár több mint másfél évtized alatt a legkülönbözőbb minőségű bauxitokat dolgozta fel és a rossz minőségű bauxitok feldolgozásával kapcsolatban bő üzemi tapasztalatok állnak rendelkezésére. Az ajkai timföldgyár is végzett nagyüzemi kísérleteket rossz minőségű bauxitokkal. Ezek az üzemi tapasztalatok mindazt igazolják, amit a rossz minőségű bauxitok feldolgozásával kapcsolatban előbb elmondtunk.

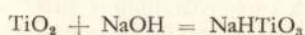
A rossz minőségű bauxitok feldolgozásával kapcsolatos veszteségekkel kapcsolatban természetesen rendkívül fontos annak előzetes kiértékelése, hogy egy adott bauxitminőség feldolgozása mit jelent az egyes költségtényezők alkalmazásának szempontjából. A kovasavokozta timföld és nátrionvesztések egy részét kémiai veszteségek okozzák. A leg gondosabb laboratóriumi körülmények mellett sem lehetséges a timföldtartalom 100%-os feltárása, sem pedig a nátrionvesztések elkerülése, ami azzal magyarázható, hogy a kovasav a timföldtartalom egy részével és a feltáráshoz felhasznált marónátrionnal oldhatatlan nátriumaluminiumszilikátot képez, mely a keletkező vörösiszap egyik alkotórésze.

A nátriumaluminiumszilikát pontos összetétele még a mai napig vitás. A leggyakrabban használt képlet  $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ , ezenkívül  $3\text{Na}_2\text{O} \cdot 2\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{SiO}_2$  képlet is előfordul az irodalomban, a legújabb kutatások szerint viszont az összetétel  $2\text{Na}_2\text{O} \cdot 2\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ . Az első képlet alapján 1 mol kovasav 0,5 mol  $\text{Na}_2\text{O}$ -t, illetve timföldet, a második esetben 0,6—0,6 mól, a harmadikban pedig 0,66—0,66 mól köt meg. Azt mondhatjuk, hogy a képletek fenti történelmi alakulása igyekszik elméletileg is alátámasztani azt a tényt, hogy a leg gondosabb körülmények mellett is a timföld- és nátrionvesztések nagyobbak, mint az első képlet alapján számítható veszteségek.

A nátriumaluminiumszilikát összetétele alapján kiszámítható adott bauxitmennyiség esetén az elméleti feltárhatóság (kitermelés) és az elméleti nátrionfogyasztás. Az első képlet alapján 1 súlyrész kovasav 0,85 sr. timföldet köt meg, a harmadik képlet alapján pedig 1,133 sr-t. Az elméleti kitermelés tehát:

$$K = \frac{\text{Al}_2\text{O}_3 - 0,85 \cdot \text{SiO}_2}{\text{Al}_2\text{O}_3} \cdot 100 \text{ ill. } \frac{\text{Al}_2\text{O}_3 - 1,133 \cdot \text{SiO}_2}{\text{Al}_2\text{O}_3} \cdot 100$$

A nátrionfogyasztás kiszámításánál figyelembe kell venni, hogy a  $\text{TiO}_2$  is fogyaszt nátriont a



egyenlet alapján, melynél 1 sr.  $\text{TiO}_2$ -re 0,5 sr. NaOH

esik. A kovasav által megkötött nátrion 1 sr.  $\text{SiO}_2$ -re az első képlet alapján 0,666 sr., a harmadik képlet alapján pedig 0,889 sr.

Az elméleti fajlagos nátrionfogyasztás tehát

$$N = \frac{0,666 \cdot \text{SiO}_2 + 0,5 \cdot \text{TiO}_2}{\text{Al}_2\text{O}_3 - 0,85 \cdot \text{SiO}_2} \text{ ill. } \frac{0,889 \cdot \text{SiO}_2 + 0,5 \cdot \text{TiO}_2}{\text{Al}_2\text{O}_3 - 1,133 \cdot \text{SiO}_2}$$

Üzemi körülmények között még az utóbbi képlet alapján számított értéknél is alacsonyabb kitermelést, illetve magasabb nátrionfogyasztást kapunk és az említett ajkai és magyarvári tapasztalatok azt mutatják, hogy rossz minőségű bauxitok szokásos üzemi feltárása mellett a kovasavokozta veszteségek megbecsülésére az  $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2$  képlettel használjuk, anélkül, hogy ez a képlet valóságos vegyület: jelentene Eszerint 1 sr.  $\text{SiO}_2$  1,7 sr. timföldet és 1,33 sr. NaOH-t köt le. A feltárandó timföldmennyiség tehát  $\text{Al}_2\text{O}_3 - 1,7 \cdot \text{SiO}_2$ , ami a por és egyéb veszteségek figyelembevételével jól megfelel a magyar szokvány említett előírásának, mely szerint az elszámolásnál csak a timföldtartalomnak a kétszeres kovasavval csökkentett mennyisége vehető figyelembe.

Ha a szabvány alapján felírt kitermelési képletet

$$\left( \frac{\text{Al}_2\text{O}_3 - 2\text{SiO}_2}{\text{Al}_2\text{O}_3} \right) \text{SiO}_2\text{-vel osztjuk } \frac{M-2}{M} \cdot 100 \text{ alakú kép-$$

letet kapunk, ahol M a bauxit hányadosa. A képlet az üzemi körülmények között várható kitermelés durva becslésére használható, a hányados ismeretében.

A marónátrionfogyasztás a fenti „üzemi” képlet alapján

$$\frac{1,133 \cdot \text{SiO}_2 + 0,5 \cdot \text{TiO}_2}{\text{Al}_2\text{O}_3 - 2\text{SiO}_2}$$

Magas kovasavtartalom esetén a  $\text{TiO}_2$  jelentősége csökken, ezért azt a számlálóból elhagyva, ugyanakkor a nevezőt a szabványelőírás alapján csökkentve, az alábbi képletet kapjuk:

$$\frac{1,133 \cdot \text{SiO}_2}{\text{Al}_2\text{O}_3 - 2\text{SiO}_2} \text{ vagy } \text{SiO}_2\text{-vel osztva } \frac{1,133}{M-2}$$

A nátrionfogyasztásnál ezenkívül még figyelembe kell venni a szulfátvesztéseket, valamint a hidráttal távozó nátrionvesztéseket is.

A kitermelés csökkenése és a nátrionfogyasztás növekedése csökkenő hányados mellett a fentiek alapján az alábbi táblázatban foglalható össze:

Hányados	Kitermelés %	Nátrionfog %
10	80	16
9	78	19
8	75	22
7	71	26
6	67	33

Ezek az értékek azt mutatják, hogy a hányados csökkenésével olyan alacsony kitermelés és magas nátrionfogyasztás várható, hogy ilyen alacsony modulusú bauxitok feldolgozása mellett a Bayer-eljárás már nem gazdaságos és úgy bauxitban, mint marónátrionban pazarlást jelentene.



Megjegyzendő, hogy a kiértékelésnek a fentiek szerint végzett módja teljesen gyakorlati jellegű és csak a gyors becslés célját szolgálja. A pontos kiértékelést az üzemi adatok alapján összeállított anyagmérleggel szokták elvégezni, melynél 1 tonna termelt timföldre vonatkoztatva pontosan kiértékelik az egyes üzemi részletműveletekben résztvevő anyagok mennyiségét.

Az egyes üzemi részletműveletek tökéletesítésével a kitermelési és nátrionfogyasztási értékek bizonyos mértékben javíthatók. Elsősorban a feltárási hőfok emelésével érhető el lényeges kitermelési javulás. Az álmásfűtőti timföldgyárban a magas feltárási hőfok a kitermelésnek olyan javulásához vezetett, hogy a feltárási időt lényegesen le lehetett csökkenteni, ami az energiaköltségeket kisebbitette. A feltárási idő meghosszabbításával is lehet kitermelési javulást elérni, bizonyos bauxitfajtáknál azonban a kitermelés nem nő arányosan a feltárási idővel, hanem maximum után csökken (Máriássy). Böhmít és diaszpor típusú bauxitoknál igen előnyös, ha a bauxit súlyának 2–3%-át kitevő meszet adunk az autoklávba, ezzel kb. 2–3%-os kitermelési javulást érhetünk el. Végül lényeges javulás érhető el a Szovjetunióban általánosan használt éles-gőzzel végzett feltárási módszerrel, melynél a gőz nem felületi érintkezés útján adja át melegét, hanem közvetlenül bevezetik az autoklávban lévő zagyba, illetve átvezetik azon. Ennek a módszernek a fő előnye az autoklávban lévő anyag hőfokának emelkedése, valamint az a rendkívül erős keverő hatás, melyet a gőz átvezetése a zagyra gyakorol.

Ugyancsak csökkenthetők a Bayer-eljárás költségei akkor, ha a marónátron helyett szóda-mész eleggyel pótoljuk a lúgvészteséget. A szóda ugyanis sokkal olcsóbb, mint az egyenértékű marónátron. Az eljárást a magyaróvári timföldgyárban is alkalmazzuk. Bjelajev szerint a szóda-meszes Bayer-feltárási jellemzője, hogy a keletkezett magasabb szódatartalmú lúgok stabilitása növekszik, s így alacsonyabb molviszonyszámú oldatokkal kezdetjük a kikeverést, ami a kikeverési időt lényegesen lerövidíti. Hátránya, hogy a feltárást magasabb hőfokon kell végezni, különösen böhmít és diaszpor típusú bauxitoknál.

Az üzemi részletműveletek tökéletesítésének felosztott lehetőségei a rossz minőségű bauxitok Bayer eljárásánál csökkentik ugyan a timföld- és nátrionvesztéseket, de ezek a veszteségek mindig nagyobbak maradnak, mint az elméleti alapon kiszámított veszteségek és a hányados csökkentésével a Bayer-eljárás gazdaságossága egyre inkább csökken. A hányados 10-nél kisebb értékénél a fajlagos bauxit- és nátrionfogyasztás már olyan magas értékeket vesz fel, melyek mellett a Bayer-eljárást tovább alkalmazni nem érdemes.

A Bayer-eljárás mellett az ipar számos timföldgyártási eljárást ismer, melyek azonban sokkal kisebb jelentőségűek és kevésbé elterjedtek. A bauxitminőség kiszélesítése érdekében ezeket az eljárásokat is meg kell vizsgálnunk, elsősorban abból a szempontból, hogy milyen eljárások jöhetnének szóba a magyar iparban a Bayer-eljárás helyett, rosszabb minőségű bauxitok feldolgozására.

## Zsugorítási eljárás.

A klasszikus timföldgyártó eljárás, melyet a Szovjetunióban sikerrel alkalmaznak, gyenge minőségű bauxitok feltáráására, az úgynevezett pirogén, vagy zsugorítási eljárás. Az eljárást úgy végzik, hogy a szárított és őrölt bauxit és szilárd szóda elegyét magas hőmérsékleten égetik (zsugorítják) nátrium-aluminát előállítására. Az elegyhez a kovássav-tartalom megkötésére meszet is adagolnak, mely a kovássavval kalciumaluminátot képez. A zsugorított anyagot vízzel feltárva a nátriumaluminát feloldódik; ugyanakkor a kovássav egy része is oldatba megy. Ezért az oldatot autoklávokban kovássavtalanítják, majd szénsavazzák, amikor a timföldhidrát kiválik. A hidrátot kalcinálva kész timföldet nyernek. A szénsavazásnál keletkezett szódát ismét visszaviszik a zsugorításhoz, ezért vagy bepároolják a szénsavazott oldatot és a kikristályosított szódát kalcinálják (regenerált szóda), vagy újabban a szódaoldatot újabb bauxit-adag nedves őrléséhez használják fel (nedves eljárás). Az eljárás technológiáját a Szovjetunióban prof. Jakovkin és Lilejev dolgozták ki, a nedves eljárást pedig Mazelj.

A zsugorítási eljárás lehetővé teszi egészen gyenge minőségű bauxitok gazdaságos feldolgozását és így érthető, hogy a szovjet bauxit-szabvány B—8. megjelölése még timföldgyártásra alkalmasnak minősíti a 28%-os timföldet és 7%-os kovássavat tartalmazó bauxitot is (4-es hányados). Az eljárás nagy előnye, hogy a timföldet kémiaiilag feltárja és így diaszpor-tartalmú bauxitok feldolgozására is alkalmas.

Az eljárásnak, különösen a Mazelj-féle nedves változatnak sok érdekes részlete van, melyek nálunk még alig ismeretesek. Az említett nedves összeőrlésre nem meszet, hanem az olcsóbb mészkövet és nyersbauxitot használják, a szódaoldattal képződött pulpot porlasztó fújja be a forgókemencébe. A zsugorított termék kioldása sorbakötött diffuzőrökben történik, a feltárt oldat 240–300 g/l  $Al_2O_3$ -at tartalmaz. A kovássavtalanítás autoklávokban 150 °C-on 2–3 óra alatt történik, a képződött kovássavtartalmú iszapot visszaviszik a zsugorításhoz. A szénsavazást 90–95%-os kiválásig folytatják, a leszűrt lúgot részben a hígításhoz, részben a nedves őrléshez viszik vissza, utóbbihoz adják a friss szódát. A nedves eljárást a száraz eljárással összehasonlítva, rendkívül előnyös a szárítás, szóda kivonás és szóda kalcinálás elmaradása, ezeken a helyeken a csigákat és elevátorokat szivattyúkkal és csővezetékekkel lehet helyettesíteni.

A zsugorítási eljárás előnyeinek megértéséhez bemutatjuk egy 4-es hányadosú ( $Al_2O_3 = 48\%$ ,  $SiO_2 = 12\%$ ) bauxit esetében a Mazelj adatai alapján készített egyszerűsített anyagmérleget. Az anyagmérleg adatai 1 tonna kész timföldre vonatkoznak.

Mint az anyagmérlegből könnyen leolvasható, az egészen alacsony bauxitminőség ellenére a kitermelés 78%, a fajlagos bauxitfogyasztás 2,67/tonna timföld, marónátrionfelhasználás pedig 23,8%, illetve az ennek pótlására beadott szóda 320 kg/tonna timföld.

A zsugorítási eljárás gazdaságosságát azonban nagymértékben csökkenti magas tüzelőanyag-szükséglete. Mazelj adatai alapján kiszámítható, hogy 1 tonna timföld előállításához szükséges elegy zsugorításá-



	Bauxit kg	Meszes iszap kg.	Egyéb veszteségek kg	Timföld kg
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1280	—227	—53	1000
SiO <sub>2</sub>	320	—320		
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	533	—533		
NaOH (szódában)	(238)	—155	—83	
egyéb	537	1002		
Össz.	2670	2237		1000

nak hőszükséglete kb. 5 millió kkalória, ugyanakkor a Bayer-eljárásban 1 tonna timföld előállításához szükséges bauxitmennyiség szárításának hőszükséglete kevesebb, mint 1 millió kg kalória. A többi művelet hőszükséglete megközelítőleg azonosnak vehető. Ezért energiaszegény országokban a tiszta zsugorítási eljárás alkalmazása nagy nehézségekbe ütközik.

Összehasonlítás szempontjából rendkívül érdekes az, hogy 50% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> és 7–8% SiO<sub>2</sub> tartalmú bauxitoknál (hányados kb. 7) a Bayer-eljárás és a zsugorítási eljárás költségei csaknem azonosak, ennél magasabb hányados esetén a Bayer-eljárás, alacsonyabb hányados esetén a zsugorítási eljárás gazdaságosabb.

#### Kombinált eljárások.

A zsugorítási eljárás jobb kitermelése és alacsonyabb nátrionfogyasztása előnyösen egyesíthető a Bayer-eljárás alacsonyabb energiaszükségletével. Az egyesített eljárások az úgynevezett kombinált eljárások, melyeknek két módoszata ismeretes, a párhuzamos és a sorozatos módszer.

A régebbi *párhuzamos* eljárásnál van egy Bayer-ág, melyben jobb minőségű és egy zsugorítási ág, melyben rosszabb minőségű bauxitot dolgoznak fel. A zsugorítási ágban a bauxitot zsugorítják, feltárják, kovasavtalanítják, de nem szénsavazzák, hanem a nyert tisztalúgot összekeverik a Bayer tisztalúggal és együtt keverik ki. Szóda adagolás csak a zsugorítási ágban történik, melyben különben annyi bauxitot dolgoznak fel, hogy a Bayer-ágban fellépő nátrionvesztéget és a zsugorításnál fellépő nátrionvesztéget szóddal pótolják. A Bayer-részben kiválasztott szódaizapot egyszerűen visszaviszik a zsugorításhoz. A zsugorítási részben természetesen elmarad a szénsavazás és a szóda regenerálás. Az eljárás előnye még, hogy a kevert tisztalúg kausztikus molviszonyszámát erősen le lehet vele csökkenteni, mert a zsugorításból feltárt oldat molviszonyszáma a szokásos 1,30–1,35, így a kikeverés meggyorsítható. További előny, hogy a zsugorításra kerülő elegyben visszatérő lúg helyett vizet használnak a nedves örlésre, amivel az elegy víztartalma nagymértékben csökkenthető. Végül a kovasavtalanítás kívánalmait is csökkentenék és azt nem szükséges nyomás alatt végezni. Az autoklavozásnál ugyanis a lúg kovasavtartalma kellő mértékre lecsökken.

Erdekes ennek az eljárásnak a Leiner szovjet kutató által kidolgozott változata, melynél az összekevert alumínát-oldatokat először szénsavazzák, majd rövid idő alatt kikeverik.

Az alábbiakban bemutatjuk két különböző bauxit-minőségnek a párhuzamos módszerrel történő feldolgozását. Külön-külön az alábbi adatokat kapnók:

Az összes feldolgozott bauxitmennyiségből 86%-ot a Bayer, 14%-ot a zsugorítási ágban használnak fel.

	Bayer-ág	Zsugorítási-ág
Bauxit Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	50	50
SiO <sub>2</sub>	4	14
Kitermelés	87	82
Fajlagos nátrionfogy. (szódában kifejezve)	80 kg/to	170 kg/to
	106 „	225 „

Az összes bevitt timföldre vonatkoztatott kitermelés 86,3%, az összes termelt timföldre vonatkoztatott nátrionfogyasztás pedig 9,2% (szóda 123 kg/tonna timföld). A lúgok kausztikus molviszonyszáma 1,75, illetve 1,35, átlag 1,69. Az eljárás hátránya az elegyek változó összetétele, melynek következtében a két ágban az adagolás nem elég egyenletes.

A kombinált eljárás *sorozatos* változatánál, melynek használatát a Szovjetunióban először Mazelj prof. javasolta, a gyenge minőségű bauxit egész mennyiségét Bayer-eljárással dolgozzák fel, míg a keletkezett iszapot a Bayer-részben kivált szóddal, friss szóddal és mészkővel keverik össze és zsugorítják. A kilúgozás után kimosott meszesiszap hányóra kerül, míg a keletkezett alumínatlúg kovasavtalanítás után a Bayer tisztalúggal egyesítve kikeverésre megy.

A sorozatos eljárás előnye, hogy a zsugorítási részben a feldolgozandó mennyiség a már feltárt timfölddel csökken és így csökken a zsugorítás fajlagos energiaszükséglete. Ezenkívül természetesen nő a globális timföld-kitermelés és csökken a fajlagos nátrionfogyasztás. Hátránya, hogy a zsugorításra kerülő iszap összetétel változó és igen gondos ellenőrzést kíván.

Példaképpen induljunk ki 50% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> és 14% SiO<sub>2</sub> tartalmú bauxitból. Optimális üzemi körülmények figyelembevételével elérhető kitermelés a Bayer-ágban 70%, a nátrionvesztés 30%. A nyert vörösizapot zsugorítás alá véve, az iszapból kitermeit timföldre vonatkoztatott kitermelés 74%, marónátrionfogyasztás 34%. Ezek az értékek azért ilyen rosszszak, mert az iszap összetétele egészen rendkívüli, kevés timföldre sok kovasavat és vasat tartalmaz. Fenti adatok alapján felállított egyszerűsített anyagmérleget az alábbiakban mutatjuk be:

	Bauxit kg	Bayer iszap kg	Szódapótlás kg	Meszesiszap kg	Timföld kg
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1140	342	—	140	1000
SiO <sub>2</sub>	320	320		320	
NaOH	—	212	128	128	
(szóda)	—	(280)			
egyéb	820				
Összesen :	2280				

Mint az anyagmérlegből könnyen kiszámítható, a végső kitermelés 88%, nátrionvesztés 12,8%, a fajlagos bauxitfogyasztás pedig 2,28 to/to timföld.

A kombinált sorozatos eljárásnak tiszta zsugorítási eljárással szembeni előnyét szemléltetve teszi az, hogy fenti bauxitot tiszta pirogénell feltárva 1 tonna timföldre a zsugorítandó elegy 5,14 tonna, míg a fenti eljárás mellett csak 2,84 tonna, ami lehetővé teszi az energiaszükséglet nagymértékű csökkentését.

A Bayer-eljárás és a sorozatos kombinált eljárás közt átmenetnek tekinthető az úgynevezett vörösizap



regenerálás, melyet magyaróvári kezdeményezés után az összes magyarországi timföldgyárak alkalmaztak. Ezzel az eljárással, mely a vörösiszapnak mésztejjel való főzéséből áll, a vörösiszap nátrontartalmának nagyrésze regenerálható. Az eljárás a többlépcsős ülepítő rendszerbe előnyösen beépíthető. Ennél az eljárásnál a vörösiszap szűrése felesleges, mert a többlépcsős ülepítő-rendszer utolsó fokozatában az ellenáramú mosás következtében megfelelő hígításban áll rendelkezésre a regeneráláshoz.

Ugyancsak a kombinált eljárások közé sorolható a Fémipari Kutató Intézet vörösiszap feldolgozó eljárása, melynél a vörösiszapot a nátriumalumínium-szilikátok termikus megbontása után mészadagolás nélkül timföldgyári üzemi lúggal kifőzzük és abból a timföld- és nátriumtartalom jórésze ismét oldatba megy. A maradékból vas és titán-dioxid nyerhető ki. Az eljárás szabadalom tárgyát képezi, ezért részleteiben még nem ismeretes, de kíváncsok volna annak mielőbbi nagyüzemi kipróbálása, különös tekintettel a rossz minőségű bauxitok feldolgozására.

### Egyéb eljárások.

Az úgynevezett kalciumaluminátos eljárások számtalan szakkönyvben igen részletesen le vannak írva, gyakorlati jelentőségük azonban sokkal kisebb, mint a lúgos eljárásoknak és egyelőre még bauxit-szegény országokban sem honosodtak meg. Ugyanez a helyzet a savas eljárásokkal is, melyekkel elsősorban bauxitszegény országok foglalkoznak, de egyelőre sokkal kevésbé gazdaságosak, mint a lúgos eljárások. A magyar kutatók közül Putnoky—Bobest kénsavas, Papp Jenő kénsavas, Hunyadi és Budeus ammóniumsulfátos eljárásai említésre méltók, üzemi viszonylatban azonban egyik sincs még kipróbálva.

A redukciós eljárások közül Kuznecov prof. és Zsukovszkij eljárását említjük meg, melyre a dnyeperi alumíniumgyár rendezkedett be. Ennél az eljárásnál az alumíniumércet (mely lehet bauxit is) elektromos kemencében, vagy nagyolvasztóban mésszel és koksszal redukálják. A keletkezett kalciumaluminátsalakból a timföldet szódaoldattal kivonják, míg az egyéb fémes állapotig redukált alkatrészekből (vas, szilícium, titán) ferroszilíciumot állítanak elő. Az eljárás nehezen feltárható (diaszporos) bauxitok feldolgozására is alkalmas.

Magyarországon is számos kutató foglalkozik a bauxit közvetlen kohósításával, eddig elsősorban vas kinyerése szempontjából. Ez a kérdés már jelen előadás keretein kívül esik, megemlítendő azonban, hogy Visnyovszky szerint a közvetlen kohósításnak akadálya nincs, a timföldtartalmú salak felhasználásának kérdése azonban további kutatásokat igényel.

Mint már az előadás elején láttuk, a bauxitminőség kiszélesítése a jelenleg alkalmazott Bayer-eljárás mellett csak igen korlátozott lehetőségeket nyújt és a gazdaságosság az egyes üzemi részletműveletek nagymértékű tökéletesítését követeli meg. Ezért a bauxitkincs jobb kihasználása érdekében valószínű, hogy a magyar timföldgyártás is el kell térjen az eddig kizárólagosan alkalmazott Bayer-eljárástól. A Szovjetunió példája és tapasztalatai nyomán, a hazai kutatások figyelembevételével meg kell találni azt az eljárást, mely a gyenge minőségű bauxitok feldolgozását a hazai viszonyok figyelembevétele mellett gazdaságossá teszi. Itt elsősorban a kombinált eljárás egy olyan változata jöhet számításba, mely a jelenleg működő timföldgyárakkal könnyen összekapcsolható.

### FELHASZNALT IRODALOM:

1. Dr. Vadász Elemér: A magyar bauxitelfordulások földtani alkata. M. All. Földtani Int. Evkönyve. XXXVII. k.
2. D. Gedeon Tihamér: A bauxit száz éve. Magyar Technika. 1948. márc.
3. Domony András: A világ bauxitérc-kincsének eloszlása. Alumínium. 1949. fbr.
4. Hazai bauxitfeldolgozások feldolgozása különös tekintettel a Bayer-eljárásra. Alumínium. 1950. febr., márc.
5. Bjelajev: Könnyűfémek kohászata.
6. Dr. Geleji Sándor: Alumínium kézikönyv.
7. Dr. V. A. Mazelj: Proizvodstvo glinozjoma.
8. Bartha Lajos: Timföldgyártási eljárások. Alumínium. 1949. 9—11. sz.
9. Dr. Gedeon Tihamér: Kéntartalmú bauxit feltárása. Alumínium. 1950. jún.
10. Szekeres—Máriássy: A nyírádi bauxit feltárási problémái. Alumínium. 1950. jún.
11. Visnyovszki László: A bauxit, mint vasiparunk nyersanyaga. Kohászati Lapok. 1951. jún.
12. Dr. Gillemot László: Kísérletek a magyar bauxitok jobb hasznosítására. Alumínium. 1950. febr., márc.
13. Dr. Lányi Béla: A Bayer-eljárás vörösiszapjának hasznosítása. Alumínium. 1950. febr., márc.

### Hozzászólások

*Dr. Papp Elemér:*

Az előadás igen értékes építőkö volt abban a nagyméretű munkában, amelyet szakemberek lankadatlanul folytatnak, amely munkában a Magyar Tud. Akadémia különböző Albizottságaiban szintén résztvesz és amely munkának célja az, hogy a magyarországi bauxitok felhasználhatóságát minél nagyobb mértékben kiterjeszthessük. A jelenlegi Bayer-eljárásokkal felhasználható bauxit-minőség, magyar bauxitkincsünknek kb. csak 10%-át tudja gazdaságosan, timfölddél értékesíteni. A cél tehát az, hogy a nagymennyiségű, rosszabb minőségű bauxitkincs, gazdaságos feldolgozásának is megtalálhassuk a legmegfelelőbb műszaki

módját. Amint az előadónak változatos összeállításából láthatjuk, a kérdés nem egyszerű, főleg abból a szempontból nem, hogy magyarországi viszonylatban bizonyos adottságokkal kell számolni. Ezek közé az adottságok közé tartozik elsősorban az a körülmény, hogy bauxitfeldolgozó üzeminkbe milliárd Ft-os nagyságrendű beruházások épültek be, amelyeket célszerűen és gazdaságosan inkább pótolni ajánlatos, mint teljesen új feldolgozási módszerek bevezetésével, azokat szinte ócskavas-értékre csökkenteni.

A másik fontos szempont és kényszerítő szükség, a helyes műszaki megoldás kikeresésénél a legkebbe energia felhasználásának kérdése. Ez azt a komoly műszaki kötelezettséget rója a helyes megoldással fog-



lalkozó szakemberekre, hogy igyekezzenek a bauxit-feldolgozás kiterjesztésének javaslatainál főképpen olyan eljárásokra fordítani a figyelmet, amely eljárások lehetőség szerint legkisebb hő- és energiaszükséglettel képesek megoldani a kérdést.

Ha ezeket a szempontokat tartjuk elsősorban szem előtt, talán nem lesz haszontalan, ha megjelölöm azt az irányt, amely jelen műszaki tájékoztatásunk állapotában javasolhatónak látszik. Azok a termikus eljárások, amelyek az egész bauxit mennyiség salakolvasztásos felhevítését, így a kalciumaluminátos módszert javasolják, valamint azok a termikus eljárások, amelyek szintén az egész feldolgozandó bauxit mennyiséget redukáló olvasztásos hevítésnek vetik alá, csak másodsorban jöhetnek számításba, magas kalóriaigényeik miatt. De nem találok ezidőszereint ajánlható megoldásnak, a rosszabb minőségű bauxitok feldolgozására alkalmasnak mondott savas eljárásokat sem, bár bizonyos elvi előnnyel járnak a nagy kovasavtartalmú bauxitok feldolgozásánál. Ez az elvi előny az a körülmény, hogy a savas feltárások esetén, szemben a lúgos feltárásokkal, a kovasav egyáltalában nem fogyaszt savat és így a nyert alumínium- és vas-sók, kovasavmentesen kerülnek további feldolgozásra. A vas-sóktól megtisztított alumíniumsó, pl. szulfát pedig izzítással jóminőségű timfölddé és regenerálható kén-savgyökké bomlik. Ennek ellenére két körülmény szól a savas eljárások bevezetése ellen: egyik az, hogy sehol a világon gazdaságos nagyüzemileg bevezetett formában savas eljárást még nem alkalmaznak, még olyan államokban sem, amelyek rendkívül bauxitszegények. A kísérleti német S. T. (Säure Tonverfahren) eljárás sem került ipari megvalósításra. Másik, és legfontosabb ok, amely ez eljárást legalábbis pillanatnyi melőzésére hívja fel a figyelmet az a körülmény, hogy nagyüzemek saválló berendezésekkel történő beruházása rendkívüli pénzügyi és műszaki nehézségekkel jár.

Nagyon helyesnek látom azonban az előadó által is körvonalazott irányt, amely a rosszabb, magasabb kovasavtartalmú bauxitok értékesítésére, a lépcsőzetes feldolgozását irányozza elő. Ennek a lépcsőzetes feldolgozási módszernek a lényege az, — mint az előadó is említette —, hogy a feldolgozást a Bayer-féle lúgos feltárási módszerrel indítjuk meg. Az így nyert elsődleges vörösiszap rossz feltárási %-ot mutat; 6—7 modulusú bauxitoknál nem éri el a feltárás a 70%-ot és a vörösiszapban visszamaradó nátron viszont 20% körül mozog. Ezenkívül a vörösiszap mennyisége is, a nyert timföldmennyiségre viszonyítva, eléri a 170—200%-ot. A Bayer-féle feltárással tehát rossz indulással kezdünk, viszont módunkban van ezt a rossz indulást szerezésen befejezni a nyert vörösiszap másodlagos feldolgozása révén. Ennek a lépcsőzetes feldolgozási módnak egyik előnye, hogy a feltárás javarészt a hazánkban bevezetett Bayer-féle eljárással tudjuk lebonyolítani, másik előnye, hogy a szekundér feldolgozásra kerülő vörösiszap mennyisége csak kb. fele a bauxit mennyiségnek, így a hőkezelés energiaszükséglete lényegesen kisebb. Harmadik előnye pedig, hogy kombinált vörösiszap feldolgozó eljárással módunkban van a jóminőségű bauxitok egyszerű, Bayer-féle feldolgozási adatait megközelíteni. Saját tapasztalatomból állíthatom, hogy egy 6-os modulusú bauxit, amelynek elsődleges Bayer-feltárása csak 70%-os eredményt biztosított, kombinált eljárással dolgozva to-

vább, vagyis az elsődleges vörösiszapot 1000° C körüli hőmérsékleten szódás-meszes feltárással vetve alá, végeredményben 90%-os feltárást és 13%-os nátronvesztést mutatott. Ezidőszereint tehát, a fent emlegetett figyelembevételével, *a kombinált lépcsőzetes eljárást találnám leggazdaságosabbnak iparunk számára.*

A másik körülmény, amiről az előadó kartárs szíves volt említést tenni, a Fémipari Kutató Intézet vörösiszapfeldolgozó eljárása. Erről már Dunay kartársunk egy korábbi beszámolójában részletes ismertetést adott. Az eljárásnak, — mint láttuk —, lényege, az elsődleges vörösiszap továbbfeldolgozása, mészes és alacsony hőfokú termikus előkezelés és kilúgzás segítségével. Fel kell hívnom itt a figyelmet arra, hogy ez az eljárás a jó modulusú, tehát kovasav-szegény bauxitok vörösiszapjának tökéletes értékesítésére készült, és az eddigi kísérletek azt mutatják, hogy a nagy kovasavtartalmú, rossz modulusú bauxitok feldolgozásánál, minden további nélkül nem használható, mert sok kovasavat visz oldatba. A Fémipari Kutató Intézet ez eljárásának nagy kovasavtartalmú bauxitok vörösiszapja feldolgozása szempontjából tehát csak akkor lesz gyakorlati jelentősége, ha a deszilikálási kérdést is kielégítően megoldjuk. Mivel a deszilikálási kérdések megoldására több, iparilag is használt irány ismeretes, meg van rá a remény, hogy kellő műszaki előkészítés után ebben az irányban is elindulhatunk a rossz minőségű bauxitok feldolgozásánál.

Előadó kartárs említést tesz arról, hogy a hőmérséklet fokozásával jobb kitermelést lehet elérni és ebben a kérdésben utal Almásfüzitő példájára. Almásfüzitőn mi csak egész rövid ideje végzünk ezzel kapcsolatban üzemi kísérleteket, melyek eredményei természetesen még nem juthattak előadó kartárs tudomására. Feltárási kísérleteit végeztünk 6 atü üzemnyomás mellett, tehát kb. 167° C hőmérsékletnél, másrészt 20 atü üzemnyomás mellett, tehát kb. 207° C hőmérsékletnél. Ezekkel a kísérletekkel kapcsolatban arra az eredményre jutottunk, hogy nagyobb nyomás mellett 0,7%-kal jobb kitermelést értünk el, mint az alacsonyabb nyomás mellett végzett feltárásnál. Míg a kitermelés nagyobb nyomás mellett egy kissé emelkedik, meg tudtuk állapítani, hogy a nátronvesztés nagynyomású feltárásnál lényegesen több, mint a 6 atü üzemnyomás mellett. Ez a tünet nagyobb mennyiségű nátrium-szilikát és nátriumtitánát képződésére vezethető vissza. Amennyire tehát az eddigi kísérletek eredményeit megítélhetjük, technológiai szempontból az az eredmény mutatkozott, hogy a feltárás alacsonyabb nyomás mellett kedvezőbb, mint nagy nyomás mellett, kivéve természetesen a diaszpor bauxitot, mely a feltárásnál másképp viselkedik.

Előadó kartárs közölte továbbá, hogy Magyaróváron a marónátronvesztését szódamésszel pótolják. Nagyon érdekelné minket, hogy a szódamész folyamatos hozzáadása által nem gyarapszik-e a lúg túlságosan nátronkarbonáttal, vagy pedig a folyamat valamelyik stádiumában nem adódik-e automatikus kausztifikáció. Érdekes volna még továbbá annak a megállapítása is, hogy a mészh hozzáadása által nem következik-e be timföldkiesés.



Fejtegeti még előadó kartárs, hogy a pirogén eljárásnál a melegszükséglet timföld-tonnánként 5 000 000 kalória, a Bayer eljárásnál azonban 6 000 000. Valószínűnek tartom, hogy ez az adat kizárólag csak a Bayer eljárás gőz-felhasználására vonatkozik, mert véleményem szerint a kalóriefogyasztás lényegesen nagyobb, mint 6 000 000 kalória.

A Szovjetunióban végzett kombinált eljárást illetően nem elég világos, hogy mi történik a lúggal. A kikevert lúgnak egy részét megint feltárják a Bayer eljárás szerint, egy másik része azonban a zsugorítási eljárás szerint kerül felhasználásra. Vajjon ez oly módon történik, hogy ezt a lúgrészt besűrítik és a feltárókemencébe szivattyúzzák?

Nagyon hálásak volnánk, ha előadó kartárstól előbbieken feltett kérdéseinkre felvilágosítást kaphatnánk.

*Dr. Papp Jenő vegyész-mérnök:*

Dr. Sigmond előadásával kapcsolatban két problémáról szeretnék részletesebben beszélni, melyeket ő röviden megemlített. A savas eljárásokkal, valamint a kohászati eljárással és a kohászati eljárásnál kapott kálciumaluminát-salaknak timföldre való feldolgozásáról.

*Savas eljárások lényege* a következő: a bauxitot valamilyen savban oldják, akkor a kovasav oldhatatlan marad. Szűrés után a képződő vas-alumíniumot tartalmazó sóoldatot egymástól el kell választani. Végül a tisztított alumíniumsót hevítéssel timfölddé alakítják át.

Az eljárás előnye lenne, hogy a kovasav az első munkafázisban kiesik, tehát ellentétben a lúgos eljárásokkal, *a kovasav nem okoz káros szennyeződést*, tehát tetszőleges összetételű bauxit feldolgozható lenne. A savas eljárásoknál azonban a vas-alumínium oldatnak egymástól való elválasztása igen nagy nehézséget okoz és legtöbbször költséges. Ez a főoka, hogy a savas eljárások a nagyiparban mindeztideig nem valósultak meg.

A savas eljárásokkal sokat foglalkoztam és 1941-ben egy eljárást dolgoztam ki, mely eljárás legtöbb részében félüzemi méretben is kikísérletezést nyert és gazdaságosnak mutatkozott. A vas-alumínium elválasztást úgy oldottam meg, hogy a bauxit vastartalmainak nagyrészét előzetesen kéndioxiddal alumíniumsulfát oldat jelenlétében eltávolítottam és a vastalanított bauxitot oldottam kénsavban, az így kapott alumíniumsulfát oldatból egyszeri átkristályosítással megfelelő tisztaságú kristályos alumíniumsulfátot lehetett előállítani. Az alumíniumsulfát izzítva timföldet ad és a keletkező pörkgázok visszaalakíthatók kénsavvá. A savoldhatatlan maradékból pedig a titándioxid gazdaságosan kitermelhető.

Az eljárás 1942–43-ban a következő fázisaiban nyert kidolgozást félüzemi méretben: A bauxit kéndioxidos vastalanítása alumíniumsulfát oldat mellett 100 C fokon 12 atm. nyomáson 8 órát tartott és a bauxit összvastartalmainak 95%-a hozható oldható formába, mint forrón telített ferrosulfát oldat. Az alumíniumoxid veszteség nem haladta meg az 1%-ot. Egy 1000 literes autoklávban 5 tonna bauxitot dolgoztam így fel. Minthogy 12 atm. kéndioxid nyomásról van szó a vastalanításnál, igen gondos tömítésekkel kell dogozni és saválló armatúrák szükségesek.

A vastalanított bauxit  $Al_2O_3$  tartalma az elméletileg szükséges kénsav mennyiséggel 140–160 C fokon 2 óra alatt 96–97%-ig oldódott. A kapott alumíniumsulfát oldat szűrése nehézségeket okozott, melyek azonban különböző technikai eszközökkel áthidalhatók voltak. A leszűrt alumíniumsulfát oldatból egyszeri kristályosítással oly kristályos alumíniumsulfát állítható elő, melynek vastartalma 0,01%-alatt van.

Ennek az alumíniumsulfátnak egy részét forgó kemencében kiizzítottuk és a kapott timföldet a csepeli alumíniumkohó kipróbálta és megállapította, hogy az előállított timföld fémalumínium gyártására alkalmas.

A bauxit titándioxid tartalma a savoldhatatlan részben marad. E maradékban a  $TiO_2$  tartalom kb. 20–30%-ot tesz ki és ebből a  $TiO_2$  konc. kénsavval kioldható. A savoldhatatlan maradékot megszáritva konc. kénsavval keverjük össze és 270–300 C fokra hevítjük, lehűlés után hideg vízzel kilúgozzuk, ekkor titánsulfát alakjában kioldódik. A kapott titánoldat hosszabb ideig forralva elbomlik titánhidroxidra és kénsavra. A titánhidroxid hevítve  $TiO_2$ -t ad. A kapott híg kénsavat pedig a vastalanított bauxit kénsavas feltárásánál hasznosíthatjuk.

Az eljárásnak egyes részeit azonban üzemileg mind a mai napig nem próbálták ki. Ezek közül legfontosabbak a következők: A vas és alumínium oldatok a vasat megtámadják és így vasedény az oldatok bepárlásához nem használható. Saválló acél bepárló készülék igen drága és nem hozzáférhető. Olmozott vagy gumirozott edényben pedig nem lehet gőzzel gazdaságosan egy oldatot bepárolni. A bepárlási nehézségeken az újabb technikai haladás segített. Előállítottak ugyanis oly égő-fejeket, amelyek generátorgázt nyomással folyadéknyívó alatt tudnak elégetni. Ekkor az égésmeleg teljes egészében desztillációra fordítódik. Ez az eljárás igen gazdaságos és minden savas oldat bepárlására alkalmas. Tehát vas, vagy alumíniumsulfát oldatot is be lehet párolni akár olmozott, akár gumirozott edényben.

Nem kísérelteztük ki a kénsav regenerálásának kérdését. Az alumíniumsulfát a timföldgyártásánál használatos forgó kemencében kiizzítva timföldet ad kéntrioxid képződés mellett. Az izzítás hőmérsékletén a kéntrioxidnak mintegy egyharmada  $SO_2$ -vé bomlik el. A gázok lehűtésekor a  $SO_3$  a gázokban lévő vízgőzzel együtt kénsavat ad, ami kondenzálható. A maradék kéndioxidtartalmú gázokat azonban katalitikusan kéntrioxiddá kell oxidálni és utána adszorbeálni.

Minthogy az eljárás alumíniumsulfát és titándioxid gyártására feltétlenül gazdaságos, timföld előállítására pedig számításom szerint gazdaságosnak látszik, szükség volna egy próbaüzem felépítésére, mely a még függő gazdasági kérdéseket tisztázná.

A bauxit kohászati úton történő feldolgozásában nagy lehetőségeket látok. Ugyanis véleményem szerint ez az eljárás összekapcsolható a vörösiszap feldolgozásával.

Ha megfelelő konstrukciójú nagyolvasztóba vasdús bauxitot, meszet és kokszot adagolunk, fémvas keletkezik kálciumaluminát salak képződése mellett. A kapott vas kéntartalma igen alacsony és így jóminőségű nyersvasat ad. Természetesen csak vasdús



bauxitok jöhetnek számításba, sőt célszerű a bauxit vastartalmát valamilyen adalékkal emelni. Erre lehetne a vörös iszapot brikett formájában felhasználni. A vörös iszap brikettézése a Goldberger-Tömsközy eljárással iparilag megoldott. Ez az eljárás a vörös iszapot tözeggel keveri és ekkor szárítás után kellő szilárdságú brikettet kap.

A vasredukció után kapott kalciumaluminát salakot alumíniumhidroxiddá lehet feldolgozni. Ha a kalciumaluminát salakot szódaoldattal hozzuk össze, nátriumaluminát oldat és kalciumkarbonát keletkezik. A nátriumaluminát oldat széndioxiddal elbontva alumíniumhidroxidot és szódaoldatot ad, amely ismét kalciumaluminát salak megbontására használható fel. Az eljárás nagy előnye lenne, hogy a lúgbepárlás, mely a Bayer-eljárásnál komoly költségtényező, a minimumra csökken. Tudomásom szerint a dicső-szentmártoni timföldgyár hasonló elvek alapján dolgozik.

A kalciumaluminát salaknak szódával való elbontása megfelelő töménységű nátriumaluminát oldat előállítására és a nátriumaluminát oldat kovasavtalánítása azonban, mint ezt az előadó kartárs is megemlítette, mindezt ideig nincs tökéletesen megoldva. A kérdés nagy gazdasági jelentősége miatt véleményem szerint, mind laboratóriumi, mind ipari méretekben teljes részletességgel ki kellene kísérletezni, hogy hogyan lehet különböző összetételű kalciumaluminát salakból megfelelő töménységű és kovasavmentes nátriumaluminát oldatot előállítani.

*Dr. Gedeon Tihamér:*

A hozzászóló hangsúlyozza, hogy a bauxit feltárásánál dr. Sigmond által levezetett képlet csak egy adott körülményre vonatkozik, illetve bizonyos minőségű bauxitra használható. Kiemeli, hogy a kísérlet szerint 40% timföldet és 7% kovasavat tartalmazó bauxit hányadosa 6,60% körüli feltárhatóságot adott. Ezzel szemben az előadó az általa felírt képlettel 50% timföld és 14% kovasavat tartalmazó bauxitból, melynek hányadosa 4,70% feltárhatóságot számított ki. Ugy látszik ilyen alacsony hányadosú bauxitra a képlet már nem megfelelő.

Hozzászólásában kifejtette még, hogy a bauxit pörkölési hőmérsékletének is nagy jelentősége lehet, mind a bauxit feltárhatóságára, mind a kovasav oldhatatlanságára vonatkozóan. Hivatkozik a Szovjetunióban alkalmazott eljárásokra, ahol a diaszpóros bauxitot 500 C fokon pörkölnek és utána Bayer-eljárással dolgozzák fel jó eredménnyel.

Hivatkozott továbbá a Fémipari Kutató Intézet eljárására, amelyben a vörösiszapot szűrés után pörkölnek és az egyszerű pörkölés hatására a vörösiszapból nagy mennyiségű timföld és nátron lúgozható ki, anélkül, hogy annak kovasav tartalma az oldatot szennyeznék.

*Máriássy Mihály:*

Az előadásból hallottuk, hogy a kombinált eljárások lehetővé teszik a 6 és ennél alacsonyabb modulusú bauxit-ércnek 85–95%  $Al_2O_3$ -kihozattal lehetséges feldolgozását. Ugyanakkor azonban azt is tudjuk, hogy ez nem minden további nélkül valósítható meg gazdaságosan, főleg, ha a minőségi termelésre is megfelelő súlyt helyezünk.

Az ajkai műszaki kollektíva, így elsősorban Somogyi István és Borsiczky Veronika kísérleti munkáiból ismerjük azokat a nehézségeket, amelyek a fenti gyártási eljárások üzemvitelénél fellépnek. Ezek a nehézségek a következőkben foglalhatók össze:

a) a különböző, nem kívánatos szennyeződések oldatba kerülése, szilikát oldásán kívül különösen a szulfát dúsulása;

b) az iszapok ülepszési viszonyai.

Az első ponttal kapcsolatban megragadott az előadó az a kijelentése, hogy a lúgvesztések pótlásához szükséges mennyiségű szódát csak az eljárás zsugorítási ágában adagolják. Ugyanakkor azonban számos kutatási adat láthatólag azt bizonyítja, hogy a szóda koncentráció az eljárás különböző fázisaiban a szennyezések oldhatóságára lényeges hatással van, ami esetleg megkívánhatja azt, hogy a Bayer-ágban is mindig beállott szóda töménységgel dolgozzunk. A szulfát feldúsulás és eltávolítás kérdése is fog bizonyos nehézségeket jelenteni, melyeknek kiküszöbölésére az Ajkán rendelkezésre álló kutatási anyag mellett a magyaróvári üzem bőséges tapasztalatai bizonyára nagy segítséget fognak jelenteni egy új üzem megtervezése esetén.

Ami az ülepítési kérdéseket illeti, itt a nehézséget főleg az jelenti, hogy egy vasszegény alumínium-hydroszilikát-gél úszik. Ez gázokat adszorbeálhat és nem ülepszik. Eltávolítására tudtommal dr. Suchanek Jánosnak vannak a gázmegkötőképességnek csökkentésére értékes megfigyelései és eljárása.

*Dr. Greguss:*

Nem lehetne-e bevezetni az üzemeknél, hogy az  $SiO_2$ -t ultrahanggal nyerjék vissza?

*Dr. Sigmond György válasza a hozzászólásokra:*

Papp Elemér kartársnak válaszolva közlöm, hogy az előadás tárgya és feldolgozása gyakorlati szempontból történt. Az üzemekben a kutatási munkára sokkal kevesebb lehetőség van. Az egész előadás elgondolása onnan indul ki, hogy azokból a viszonyokból, amelyeket különböző bauxitoknál tapasztaltunk, a jövőre vonatkozóan következtetéseket rögzítsünk. Nincs olyan hazai bauxit, amelyre mi ne foglalkoztunk volna. Az egész előadásban azt kívántam elmondani, amit az üzemben tapasztaltunk a rossz bauxitok felhasználásával kapcsolatban. Az, hogy a most felsorolt eljárások közül a továbbiak során melyik kerül felhasználásra, feltétlenül már olyan feladat, amely nem az üzemeket érinti. Az üzemnek közvetlenül nincs módjában kísérletezni és ha mégis teszi, akkor ezt a termelés rovására megy. A kutató intézeteknek a megfelelő eszközök rendelkezésükre állnak és más egyéb körülményeik is megfelelőbbek. A kutatás a kutatók feladata. Suchanek kartársnak be kell vallanom, nem tudtam azokról a kísérleteiről, amelyeket legutoljára Almásfüzitőn végeztek. A magasabb hőfokon végzett kísérletek eredményei az eddigi irodalmi adatokban álltak rendelkezésemre, amelyek azt mutatták, hogy a hőfok emelkedésével a ki-termelés is emelkedik egy bizonyos mértékig. Üzemi kísérleteket végeztek magasabb és alacsonyabb hőfokon és arra az eredményre jutottak, hogy maga-



sabb hőfokon a kitermelés csak 0,7%-kal jobb. A nátronvesztesség viszont több. Ha nem is a kitermelési százalékok javult, de avult a feltárási időtartam. Ezekről a kutatásokról, ha befejeződtek, általános tájékoztatót fogunk adni, mert az üzemeknek sem közömbös az elért eredmény.

Dr. Papp Jenőnek csak azt tudom válaszolni, mit az előadás során is hangsúlyoztam, hogy még a bauxitszegény országok se nem alkalmazzák a savas eljárást. A németek is csak átmenetileg kényszerültek rá akkor, amikor a háború alatt a bauxit szállítás lecsökkent. Többféle savas eljárást próbáltak ki és erre vonatkozóan részletes közleményeket is adtak ki. Általában sikerültek a savanyú eljárásos kísérletek, azonban tömítési és apparatív nehézségek és magas költségek miatt azokat mégsem vezették be. A hozzájáruló találmányát a Fémipari Kutató Intézet próbálja ki. A vörösiszap kohósítást is nagyobb mennyiségben végzik Diósgyőrben, hátránya, hogy a  $TiO_2$  teljes mértékben elvész.

Máriássy kartársnak válaszolva: A kombinált eljárással 85–95% között van a kitermelés. Hiányolta, hogy a szennyezésről nem beszéltem és megjegyezte, hogy rosszul ülepszik a bagasabb kovásvartartalmú bauxit. Reméli, hogy ezen a Suchanek-féle gázmegkötőképességsökkentő eljárással segíteni lehet. Érdeklődött, hogyan áll a kombinált eljárással kapcsolatos hazai kutatás. Válaszom: Ezzel az eljárással eddig még kutatást nem végeztek. Szüksége azonban nyilvánvaló. Szennyezések közül a kovásvav autoklávban való kezeléssel aldatatlan lesz. Az alumínátlúg szulfát tartalma a legnagyobb probléma, bepárlási

nehézségek, lúgaktivitás csökkenés, kiválások az autoklávok felnyomó vezetékeiben, stb. Eltávolítása eddig csak a sűrű lúgból ülepítéssel volt lehetséges. A vanádiumsó feldolgozásánál azonban sajnos viszszerül az üzembe. Célszerű volna más üzemben, pl. szappangyárban felhasználni. A szulfát eltávolítás kérdésének más módja még megoldandó.

Dr. Gedeon kartársnak: A kombinált sorozatoknál 70%-os kitermelés 4 modulusnál, idealizált a számítás érdekében. Az előadás elején a kitermelési táblázat az üzemi viszonyokra vonatkozik. Nátron fogyasztásnál a szulfátvesztesség, hidrátvesztesség és üzemi veszteség is hozzáadandó a képlettel felírt nátron fogyasztásokhoz.

Dr. Gregussnak azt ajánlom, hogy dr. Papp Jenő-féle eljárással próbálja meg az  $SiO_2$  visszanyerését ultrahanggal.

Dr. Lányi Béla:

A Fémipari Kutató Intézetnek, amelynek hivatala, hogy a javaslatokat a minisztérium jóváhagyó kikísérletezze, tessék levelet írni, hogy milyen kísérleti szerződést ohajtanak velünk kötni. Így legalább a munka megindításában olcsón tudunk segíteni. A másik megjegyzésem dr. Papp Jenő felé szól. Nehézményezem azt, hogy az Ajkán elkezdődött kísérletei még ma sincsenek megvizsgálva. Tudtommal a Hungária Kénsavgyár segítette őt ebben a dolgában. Papp Jenő nem vett tevékenyen részt a nyár folyamán a saját találmánya kidolgozásában. Kérem, hogy a feltaláló saját tapasztalataival, segítsen a saját találmányát kidolgozni.

## Hozzászólások Máriássy Mihály

### „Timföld-alumíniumiparunk analitikai igényei” című előadásához

DR. ZOMBORY LÁSZLÓ

Teljesen egyetértek az előadóval abban, hogy a jövő útja az *analitika mechanizálása*. Hiszen, ha a külföldi, elsősorban a szovjet, analitikai közleményeket nézzük, a legnagyobb ritkaságok közé tartozik, hogy egy gravimetrikus, vagy közönséges titrimetrikus eljárást találunk. Spektrofotometria, amperometria, potenciometria, polarográfia, röntgen-analitika, — tehát fizikai és fiziko-kémiai módszerek mindenütt. Ez az út lebeg előttünk is, ha egyelőre a kísérleti eszközök még nem is állnak mindig rendelkezésre.

A konkrétumokat illetőleg talán legyen szabad arra utalnom, hogy Intézetünk célkitűzéséhez híven, eddig is igyekezett az ipar analitikusainak segíteni, amint ezt egyébként az előadás több helyén is megemlítette. De a felsorolt problémák közül is foglalkoztunk többel és azokat részben már meg is oldottuk. Ilyenek a szervesanyag meghatározás, a különböző karbonát-meghatározások, az anódmassza specifikációja, továbbá a foszfor és vanádium egymás melletti meghatározása nefelometrikus úton, a króm és vanádium szimultán potenciometrikus meghatározása. Az általunk kidolgozott hidrogén meghatározási módszerrel már eredményes széria elemzé-

seket végeztünk az alumíniumhulladékok feldolgozásával kapcsolatban, és mint használható üzemi eljárást, átdolgoztuk az amilalkoholos módszert fémalumínium nátriumtartalmának a meghatározására, stb.

És végül legyen szabad rátérni — röviden — a vizsgálati módszerek *egységesítésére*. Úgy hiszem, ennek minden timföld-alumínium analitikus hiányát érzí. Most, hogy alkalmunk van az élenjáró szovjet ipar vonatkozó szabványait megismerni, megtörténtek az erre irányuló kezdő lépések. De ennek eléréséig is, hozzávéve a *szorosabb tapasztalatcserét* is, feladatul tűztük ki, hogy egy olyan analitikai *szakkönyvet* állítsunk össze a timföld-alumínium ipar és az érdekeltek részére, amely a laboratóriumi és gyakorlati kiértékelő tapasztalatokon alapulva, a legjobban bevált, korszerű, vonatkozó elemzési módszereket foglalja magában. Ez a munka is megkezdődött. Intézetünkben, és hogy nem sietünk vele, csak az az oka, mert olyan szakmunkát akarunk az ipar kezébe adni, amilyent joggal elvár az olyan ipar, amelynek Máriássy kartárshoz hasonló szakemberei vannak és amelyet köteles produkálni az az Intézet, amely a népi demokrácia teljes értékű pártfogását kapja meg. Szeretnénk remélni, hogy az érdekeltek nem fognak csalódni.



Bogárdi Endre:

Az előadás első részében nagyon helyesen mutatott rá az üzemi ellenőrzés fokozásához szükséges minőségi ellenőrzési munkára. E megállapítását saját tapasztalatból is minden tekintetben osztom és meg kell mondani, hogy olyan üzemekben, ahol ez a minőségi ellenőrzés ezideig még nem volt kellő mértékben kiépítve, időközbeni tapasztalat alapján megtörténtek a lépések arra, hogy az ajkai üzem mintaszerű minőségi ellenőrzéséhez hasonlóan az ellenőrző szervezet felállítása megtörténjék.

Ami az analitikai vonatkozású kérdéseket illeti, osztom ama nézetét, hogy a korszerű üzemi laboratórium csakis gyors kolorimetrikus és titrimetrikus eljárásokkal elégítheti ki az üzemi igényeket. Ezzel kapcsolatban meg szeretném kérdezni, hogy a timföldből történő kóyasav meghatározása milyen módszerek segítségével volt eredményesre vihető ajkai viszonylatban és kérném ezen módszer leírásának, ha lehetséges, közrebocsátását.

A foszfát meghatározása kérdésében felvilágosítást szeretnék kapni arra vonatkozóan, hogy milyen hátránnyal jár a sztannokloridnak redukálószerként való alkalmazása, merülnek-e fel esetleges hibák, továbbá, hogy az új redukálószer milyen előnyöket biztosít.

Kérdezem továbbá, hogy az említett nátrium meghatározási módszer az üzemi vörösiszap kausztifikálásából kapott meszes iszapok esetében mennyiben, illetve milyen módosításokkal használható.

Ez alkalommal ugyancsak köszönetemet kell kifejezni az üzemi timföld- és alumínium-üzem laboratóriumiak nevében a Fémipari Kutató Intézetnek eddigi értékes munkásságáért. Elsősorban dr. Lányi Béla és Papp Elemér professzoroknak és munkatársaiknak. Munkásságuk folyamán számos olyan, üzemi viszonylatban igen jól használható módszert bocsátottak rendelkezésünkre, melyek pontos kivitelezése már régóta vita tárgya (pl. organikus anyag meghatározása). Érdeklődéssel vettem Máriássy kartárs előadásából a spektografikus módszereknek a beuxit-timföld ipar területén történő bevezetésének lehetőségét.

Dr. Gedeon Tihamér.

Az értékes előadást ki kell egészítenem azzal az elgondolással és a timföldiparban dolgozó munkavállalóknak azzal a jogos kérésével, hogy az üzemenet gyors, műszeres ellenőrzésére újabb módszereket dolgozzanak ki. Hivatkozom Bjeljajev könyvének 36. oldalán lévő grafikonokra, melyekből jól látható, hogy a különböző timföldtartalmú aluminátlúgok viszkozitása, valamint fajlagos áramvezetőképessége különböző töménységgel változik. Ezt a lehetőséget kellene kihasználni olyan tájékoztató gyors módszer kidolgozására, mellyel pillanatszerűleg lehet a lúg timföldtöménységét meghatározni. Ez a módszer természetesen csak az üzemben, gyors tájékoztatást adna és nem zárna ki a laboratóriumi pontos meghatározásokat, amely az egyensúlyszámítás és kitermelési hányad kiszámításának alapját képeznék.

A hulladékalumínium szakszerű feldolgozására már ismerünk olyan kis műszert, melynek elektródjaival a lereszelt hulladékiém felületét megérintve a millivoltmérő kitéréséből megítélhető a törmelékanyag ötvözetsoportja, és így a különböző ötvözetű anyagok fajtájuk szerint feldolgozhatók. Ha kutatóink a timföldipar részére olyan vizsgálatokat is végezni fognak, mellyel a lúg fizikai változásait kísérik figyelemmel, akkor rövidesen ki fog alakulni egy olyan módszernek a körvonala, mellyel pillanatszerű gyors tájékozódást szerezhetünk a timföldgyártás állapotáról.

Dr. Mázor Jenő.

Máriássy kartárs átfogó és minden részletre kiterjedő szép előadásához csupán a timföld- és alumíniumelemzés néhány elméleti és gyakorlati kérdésében szeretnék hozzászólni.

Azok a vegyészkartársak, akik ezekkel a kérdésekkel foglalkoznak, tudják, hogy összehasonlítva az ipari analitika más területeivel, az alumíniumelemzés irodalma meglehetősen szegény. Ginsberg 1941-ben megjelent *Leichtmetallanalyse* c. könyve az egyetlen, amely nálunk elterjedt, módszerei azonban kiforratlanok és részben már elavultak. Ezért csak szétszórt folyóirati közlésekre vannak utalva a kartársak — már akik ehhez hozzájutnak. Timfödelemzéssel pedig szakkönyv tudomásom szerint behatóan nem is foglalkozik, az analitikai irodalomban pedig ilyenirányú közlés a legnagyobb ritkaság. A timfödelemzéssel foglalkozó kartársak tehát jórészt laboratóriumi hagyományokra vagy saját találékonyságukra vannak utalva. Az alumíniumelemzés területén mutatkozó bizonytalanság, kiforrott módszerek hiánya, megmutatkozott az alumíniumelemzés módszereinek szabványosítása során is. Különösen feltűnő ez az alumínium és timföld nyomszennyezéseinek meghatározási módszereinél.

A timfödelemzést az teszi nehézkesé, hogy az elemzés előtt azt fel kell tártani négy-öttszörös mennyiségű feltártó keverékkel. Az oldás után képződött sók az oldat térfogatát a feltárt timföld mennyiségéhez képest kedvezőtlenül megnövelik. Ezért vagyunk kénytelenek a szennyezések meghatározásánál a legérzékenyebb módszereket felhasználni. A módszerek érzékenységeivel viszont gyakran együttjár keménységük és bizonytalanságuk is.

A fejlődés útja itt két irányú lehet. Az egyik az érzékeny reakciók pontosságának növelése, hibáik kiküszöbölése és kényességük csökkentése. A másik út — amely véleményem szerint célravezetőbb és amely irányban a *Műszaki Egyetem Általános Kémiai Intézetében a Magyar Tudományos Akadémia megbízásából a kutatómunka folyik* — a timföld és alumínium szennyezéseinek dúsítása, tehát kisebb oldatterfogatra koncentrációja. Ez elképzelhető oly módon, hogy a szennyezéseket a timföldből kivonjuk úgy, hogy az alapanyagának csak lehető csekély része menjen oldatba. Ez az eljárás olyan szennyezések meghatározására, amelyek a *timföldszemcsék felületén vannak adszorbeálva* — mint pl. a *Ca* — gyakorlati tapasztalatunk szerint, célravezető. A másik a timföld vagy alumínium teljes feloldása után az oldatból a



szennyezések kivonása. A szerves lecsapószeres fejlődésével ma már jónéhány olyan vegyület áll rendelkezésünkre, — mint pl. a ditizon és dietil ditio-karbonát — amely erre a célra alkalmas. Tehát ezeket a kémszereket nem a szennyezések közvetlen meghatározására — hanem csak dúsításukra használjuk fel. *A nagy oldattérfogatból a szennyező ionoknak ezekkel a vegyszerekkel alkotott komplexei kis térfogatú szerves oldószerbe vihetők át*, majd onnan újra vizes oldatba, ahol már kevésbé kényes módszerekkel is meghatározhatók. Ily módon még a szennyezések szelektív elválasztása is lehetséges a hidrogénionkoncentráció vagy az oldószerváltoztatásával, esetleg maszkírozás útján. Utalok itt az újabb irodalom közlései szerint maszkírozásra mindgyakrabban alkalmazott komplexonokra. Az analitika eme új eljárásai ma még csak az alapvető kérdések megoldásánál tartanak, a timföld- és alumíniumipar vegyészete vár az a szép és hálás feladat, hogy ezeket a módszereket a gyakorlatba átvigye és széria-elemzések számára is alkalmassá tegye.

Az alumínium nyomszennyezéseinek meghatározásánál is hasonló nehézséggel küzdenek vegyészeink, bár a timföld egyes szennyezései itt már dúsulva jelentkeznek és az alumíniumból töményebb oldatot tudunk készíteni, mint a timföldből. Mégis pl. a vanádium vagy króm meghatározása módszereink határ-érzékenységet veszi igénybe. A timföldnél említett dúsítási módszerek itt is célravezetők. Utalok itt Csernikov és Dobkina szovjet vegyészek cikkére a Zavodszkaja Laboratórijában, akik az alumínium vanádiumszennyezésének meghatározását dietilditio-karbonátos dúsítás után végezték.

Még néhány szót szeretnék szólni a színképelemzés szerepéről. Kétségtelen, hogy különösen a kohólaboratórium tömegvizsgálására a színképelemzés hatalmas előnyökkel rendelkezik a nedves elemzés módszereivel szemben. A kvantométer pedig ideális eszköz egy alumíniumkohónál, ahol naponta esetleg több száz kád ellenőrzését kell elvégezni. Nem szabad azonban mindent a színképelemzésre alapozni, és a nedves elemzés módszereinek fejlesztését elhanyagolni. Tudjuk, hogy a színképelemzés összehasonlító módszer, nem pedig exakt súlymérésre alkalmas, mint a nedves elemzés módszerei. Tehát a színképelemzés gyakorlásához nedves módszerekkel megelemezett összehasonlító próbákra van szükség. A kvantométeres módszer is a készülék igen gyakori ellenőrzését teszi szükségessé standard próbák segítségével. Csak a nedves és színképelemző laboratórium jól összehangolt együttműködése biztosíthatja a tökéletes munkát.

*Máriássy Mihály:*

Előadásomban nem sikerült teljes képet adni, mert az átfogni kívánt terület igen széles. Így nem térhettem ki kellő részletességgel azokra a jelentős analitikai eredményekre sem, melyeket hazai kutatóintézeteink elértek.

*Dr. Zombory* hozzászólása ezeknek a kérdéseknek ismertetésével előadásomhoz értékes kiegészítést jelent. Örülök ezenkívül annak is, hogy az ipar és kutatóintézetek szoros kapcsolatának fontosságát ki-domborította. Ennek valóban igen nagy jelentősége van. Ötéves tervünk teljesítése fokozottabb ütemben haladhatna előre, ha a kapcsolat mindenütt olyan jó volna, mint az alumíniumipar és kutatóintézete között. Ebből a kapcsolatból, mint a hozzászólásokból is láthattuk, jelentős eredmények születtek már a múltban is és még nagyobbakat várunk.

*Bogárdi Endre* helyesen állapítja meg, hogy a MEO szervezet kifogástalan működése feltétele annak, hogy az analitikai ellenőrzésnek értelme és súlya legyen. Három szakkérdésére az alábbi válaszokat adhatom:

A timföldben a  $\text{SiO}_2$  kolorimetrikus meghatározásánál a kívánt pontosságot elsősorban a munkaelőírások igen pontos betartásával lehet biztosítani. Ez főleg a semlegesítésre vonatkozik. A módszer valóban kényes: az üvegedényzet által leadott kovasavat figyelembe kell venni, a max. színintenzitás csak egy bizonyos pH közön belül érhető el; a timföldben lévő Fe és Ti mennyisége az eredményekre befolyással van, úgyhogy korrekciót alkalmazunk. A kolorimetrikus foszfórmeghatározásnál a  $\text{SnCl}_2$  alkalmazásától azért célszerű eltérni, mert a kémszer romlandó, mindig frissen kellene készíteni, továbbá túlságosan erős redukálószer és a redukálódó oldat kis hőfok-ingadozásánál is erős színintenzitás-különbség léphet fel. Ez a kiértékelő görbék állandó etalonálását kívánja meg, ami hosszadalmas.

Ami a meszezett vörösiszapokból való nátronmeghatározás lehetőségét illet, az a tapasztalat, hogy a kalcium egyrésze szintén a katód-folyadékba kerül és azt az  $\text{NaOH}$ -al együtt titráljuk. Ez a titrált mennyiség azonban még 220 V egyenfeszültségnél sem felel meg az összes mésznek, ezért a titrált katód-folyadékból a meszet célszerűen oxaláttal lecsapjuk és szűrés után a csapadékot kénsavban oldva permanganáttal titráljuk. A viszonyok olyanok, hogy a  $n/10 \text{ KMnO}_4$  ml-einek számát a  $n/10$  sav ml-einek számából egyszerűen le kell vonni. Így a meghatározás lassabb ugyan, de kellően pontos marad.

*Dr. Mázor László* hozzászólásával kapcsolatban helyeslem a kémiai laboratórium és a fizikai vizsgálati módszerek koordináltságának kifejtését, valóban nem szabad egyik ágat sem túlfejleszteni a másik rovására, annál is inkább, mert az üzemekben a gyorsaságot és kényelmességet biztosító fizikai módszerek beállítása és ellenőrzése a vegyi módszerek fejlettségét és gyakorlatát követeli meg.

Ezeknek a módszereknek a végzésénél is sokszor állunk szemben azzal a nehézséggel, hogy az érzékenység határánál vagyunk. Sokszor látjuk, hogy a nyomelemzés speciális feladatkörébe tartozó kérdéseket a klasszikus analitika módszereivel nem oldhatjuk meg, etekintetben az említett értékes kutató munkák eredményeit a dúsításokkal kapcsolatban, melyeket dr. Mázor végez, örömmel láttuk a múltban és várjuk a jövőben is.



## Hozzászólások Széki Pálma „Az alumínium ötvözetek felületi kezelése” című előadásához

DR. DOMONY ANDRÁS

Felszólalásomnak, a valóban kiváló előadás méltatásán túlmenően egyetlen célja, hogy az alumínium felületi kezelésével kapcsolatosan felmerülő néhány alumínium-technológiai kérdésre hívjam fel a figyelmet.

Az alumíniumból és ötvözeteiből készült készárak megfelelő korrózióellenállását, illetve külső megjelenési formáját a megfelelő felületkezelési eljárás megválasztása csak részben dönti el. A felületi kezelésre kerülő anyag minőségének helyes megválasztása, a felületkezelésre kerülő szerkezet helyes tervezése és kivitelezési módja a készáru korrózióellenállását és külső megjelenési formáját szintén döntően befolyásolja.

Az elhangzott előadás folyamán megismertedtünk azokkal a lehetőségekkel, amelyekkel a helyesen szerkesztett, a megfelelő minőségű könnyűfémekből készült készárakat a kívánalmaknak megfelelő felületkezeléssel el tudjuk látni.

A továbbiakban a felületkezelés szempontjából a helyes alumíniumanyag megválasztásának és a helyes alumínium-szerkesztésnek néhány fontos szempontjára szeretnék rámutatni.

Az előadásban ismertetett felületkezelési eljárások mindegyikénél igen fontos a kezelendő fém minősége, illetve tisztasága. Dekoratív célokra szolgáló könnyűfém készárak gyártására és korrózióálló be rendezések előállítására csak azok az alumíniumanyagok jöhetnek figyelembe, amelyek tiszta alaplóból, — kevés idegen ötvöző adagolásával — készültek. Az összes kémiai, illetve elektrokémiai felületkezelési eljárás az anyagban lévő esetleges hibákat, — gázzárványokat, salakzáródmányokat helytelen melegmegmunkálás következtében keletkező hólyagokat, — előhívja. A mesterségesen erősített felületi oxidhártába kerülő szennyezők és ötvözők a felületi védőhártát igénytelenné, lyukacsossá és porózussá teszik.

Ez az oka annak, hogy dekoratív célokra a tömör szerkezetű, húzott anyagból készült tárgyak lényegesen szebben anódikusan oxidálódnak, illetve kémiai polírozhatók, mint a poros, sokszor bizonytalan összetételű öntvények. Prés-, vagy fröccsöntvények az előnytelen kristályszerkezet és a fokozott vasfelvétel miatt, hulladékalumíniumból előállított öntvények a bizonytalan fémösszetétel miatt kémiai felületkezelésre egyáltalán nem alkalmasak.

Eppen ezért a Széki Pálma által ismertetett alumínium krómozása, nikkelezése, illetve rezezése a hulladékalumíniumból készült, megfelelő külsőt igénylő, dekoratív tárgyaknál nagy jelentőségű.

Kémiai felületkezelésnél alapszabálynak tekinthető, hogy korróziós és dekoratív igénybevétel szempontjából kényes tárgyak előállítására csak a 99,3%-nál tisztább szinalumínium alkalmas. A szinalumíniumon kívül még megfelelően kezelhetők az Al-Mn, Al-Mg-Si és a kis Mg tartalmú Al-Mg ötvözetek. Az Al-Cu-Mg, Al-Si és Al-Zn-Mg típusú ötvözetek felületkezelés szempontjából csak alárendelt szerepet töltenek be, mert ezeken az ötvözeteken előállított védő-

réteg gyakran foltos, nem áttetsző, igénytelen, szürkés színű. A felületkezelés minősége szempontjából különösen veszélyes az alumínium két leggyakoribb rondítójának, — a vasnak és a szilíciumnak — mennyisége. 0,7%-nál nagyobb vastartalmú, 1%-nál nagyobb szilíciumtartalmú anyagokon kifogástalan védőréteget előállítani igen körülményes. Az esetben, ha a védőrétegnek elsősorban dekoratív célokra kell szolgálnia, vagy fényvisszaverés miatt a reflexióképessége döntően fontos, sikeres felületkezelést csak igen nagy tisztaságú alumíniumanyagon érhetünk el. Kényes igényeket is kielégítő eloxált reflektorokat csak ú. n. 99,99%-os, raffinált alumíniumból, tükörfényesre polírozott, hibátlan, egyenetlen felületi oxidréteggel burkolt dísz tárgyakat 99,7% tisztaságú kohóalumíniumból állíthatunk csak elő. Már a kereskedelmi tisztaságú 99,5%-os alumíniumban lévő vas és szilícium rondítók mennyisége is elegendő ahhoz, hogy az ilyen anyagból készült tárgyak felülete, a helyenként kiváló, kemény vas-szilícium-alumíniumvegyületek miatt foltos és egyenetlen legyen. Nagyobb mennyiségű vas- és szilícium-szennyeződés a dekoratív célokra szolgáló felületkezelési eljárások sikerét kétségessé teszi. Szennyezettebb alumínium felületkezelése esetén a szabványeljárásokkal előállított rétegek a vas-szilícium-alumíniumvegyületek kiválása, illetve kitöredezése, illetve kioldása következtében lyukacsosak, pórusosak, egyenetlenek és bizonytalanul elszínezettek lesznek.

Szennyezettebb (99,3% alatti) alumínium, illetve alumíniumötvözetek kémiai és elektrokémiai felületkezelésénél az előbb vázolt hiányok és nehézségek egy részét az eljárások körülményeinek (idő, hőfok, elektrolitkoncentráció, áramsűrűség) megfelelő változtatásával ki lehet küszöbölni. A különböző összetételű szennyezett, vagy ötvözött anyagok különlegesen kidolgozott, speciális körülmények között dolgozó felületkezelési eljárásokat kívánnak. Ez az oka annak, hogy minőségi munka megkívánása esetén egy munkamenetben egyszerre csak azonos összetételű anyagok dolgozhatók fel.

Az alumíniumanyag megválasztásával egyenértékű fontosságú a készáru helyes konstrukciójának a megválasztása. Tekintettel arra, hogy a kémiai felületi kezelések az alapanyag kristályszerkezetét előhívják, illetve az oxidhártá minősége, áttetszősége, fényvisszaverő képessége az alap kristályszerkezettől is függ, a készáru végső megjelenési formájának érdekében igen fontos, hogy az egész tárgy anyagának kristályszerkezete lehetőleg azonos legyen.

Hegesztett tárgyaknak dekoratív célokra történő kémiai, illetőleg elektrokémiai felületkezelése még akkor sem tökéletes, ha a hegesztés pótnanyagaként saját anyagot használtunk és a hegesztési varratot utólag mechanikus megmunkálással eldolgoztuk. A hegesztési varrat öntött szerkezetén ugyanis a felületkezelési eljárások következtében kialakított oxidhártá mindig más természetű, mint a tárgy többi, húzott felületén kialakított réteg.



Az esetben, ha a hegesztés nem az ötvözet saját anyagával, hanem idegen pótanyag adagolásával történt, a felületileg kezelt hegesztési varrat helye még szembevetőbb lesz.

Az alapfém egyenletes kristályszerkezetének fontosságát bizonyítja még az a tény is, hogy részleteiben vagy nem egyenletesen lágyított könnyűfém tárgyak egyes felületei anodikus oxidáció, illetve kémiai, vagy elektrokémiai kezelés után különbözőként fognak viselkedni. Ugyanezt tapasztalhatjuk a különböző méretű mélyhúzásnak alávetett tárgyaknál is, ahol a felületkezelésnek alávetett rész védőhártyájának tömörségét, színét, reflexiók képességét az alapanyag kristályszerkezete befolyásolja.

Megbízható, egyenletes dekoratív és korrózióálló felületi bevonatot csak egyenletes összetételű és kristályszerkezetű alapanyagon kaphatunk. A felületkezelésre kerülő alkatrészek tehát úgy tervezendők, illetve olyan gyártástechnológiával készíthetők, hogy ezeket a követelményeket kielégítsék.

A megfelelő minőségű felületkezelés tehát a fémtechnológiai, szerkesztő és felületkezelési szakemberek legszorosabb együttműködését kívánja.

Széki Pálma előadásával kapcsolatban szeretnék röviden még egy kérdésre kitérni és ez az áramforrások kérdése. A könnyűfém felületkezelési eljárások közül — bár ezideig meglehetősen el lettek hanyagolva — további ipari fejlődésünk szempontjából a váltóárammal dolgozó eljárások igen nagy jelentőségűek. Míg a nehézfém galvanizálásánál az egyenáramú áramforrások használata nélkülözhetetlen, addig — amint azt ez előadásban is hallottuk — a megfelelően megválasztott és kidolgozott könnyűfém felületkezelési eljárásoknál a szűk keresztmetszetű képező egyenáramú áramforrások könnyebben beszerezhető, illetve előállítható váltóáramú, szabályozható transzformátorokkal helyettesíthetők.

A fenti gazdasági megfontolás parancsolóan írja elő, hogy mindazokon a felületkezelési eljárási területeken, ahol elvileg a váltóáram használatára lehetőség nyílik, az utóbbi áramfajtaival dolgozó eljárásokat részesítsük előnyben, illetve a kutatásokat ebben az irányban folytassuk.

Széki Pálma előadásának ilyen szempontból is igen nagy jelentősége volt, miután rámutatott arra, hogy az újabb könnyűfém felületkezelési eljárásoknál hol lehet váltóáramot megfelelően használni.

*Emőd Gyula:*

Hozzászólásomban a nagyiparilag felhasznált két könnyűfém csoporttal, és pedig az alumínium és ötvözeivel és a magnézium és ötvözeivel foglalkozom. Az eddigieket a könnyűfémek mechanikai felületkezelésével, illetve védelmével egészítem ki.

Mindkét nagy könnyűfém-csoportban az ötvözetek két csoportra oszthatók:

1. korrózióálló eléggé jól ellenálló ötvözetek,
2. korrózióra erősen hajlamos ötvözetek.

Az alumínium ötvözei közül korrózióálló jól ellenállnak a magnézium, mangán és szilícium tartalmú ötvözetek. Ezeknek korróziós védelme érdekében külön felületi kezelésre nincs szükség. Az ilyen könnyűfémeknél a felületi kezelés inkább díszítésre szolgál.

Annál fontosabb a felület kezelése a korrózióra hajlamos könnyűfém-ötvözeteknél. Ilyenek főleg a réztartalmúak, ami érthető is, hiszen a réz elektropozitív, míg az alumínium erősen elektronegatív elem. A réz beötvözése azonban nagyon előnyös mechanikai tulajdonságokat kölcsönöz az alumíniumnak és így nem hagyható el ott, ahol nagy szilárdság és jó nyúlásra van szükség. Az erős korróziós hajlam fennáll a magas cinktartalmú alumínium-ötvözeteknél is, amelyek szintén nagy szilárdságúak.

Az ilyen ötvözetek korróziós védelmét a legelőnyösebben úgy oldják meg, hogy a felületet jó korrózióálló ötvözzel, vagy szinalumíniummal borítják. A felületvédelemnek e módját a légi és vízijárművek építésénél felhasznált lemezek nagyiparilag is alkalmazzák.

A lemezzel történő borítás lényege abban áll, hogy a nagyszilárdságú öntött tuskóra, mint magra, melegen lemezt hengerelnek, azaz kovácsolással a lemezt a nagyszilárdságú maghoz forrasztják. A felületvédő rétegnek a maghoz kötése oly módon nagyon körülményes, mert nemcsak az öntött nagyszilárdságú tuskót, de az előre elkészített lemezt is gondosan le kell pácolni, kefélni, azaz teljesen tiszta fémes felületet kell előállítani és az előmelegítésnél is védeni kell a felületeket az oxidációtól, vagy por, esetleg füstnek a tuskó és a lemez közé kerülésétől. E hibaforrások kiküszöbölésére és az egész gyártás egyszerűsítésére különböző öntési módokkal kísérleteztek. Ilyen módszer pl. ha az előre elkészített két lemez közé öntik a nagyszilárdságú magot és azután hengerlik. Másik mód, ha előre elkészítik a nagyszilárdságú tuskót és azt körülöntik a burkoló fémmel. Ez utóbbi módszer nagyon jól bevált és nemcsak a berendezést, de a kivitelezést is lényegesen egyszerűsíti és emellett a két ötvözet között tökéletes kapcsolatot létesít.

A felület ilyen borítása csak lemez és szalagnál lehetséges. Ugyanakkor szükséges azonban a rudak és profilok felületének védelme is. Melegsajtolással ez a kérdés is megoldódott oly módon, hogy a sajtoló recipiensébe előre helyezik a borító anyagot és mögéje a nagyszilárdságú magot. A sajtolás folyamán a nagyszilárdságú mag a matrica nyílásán keresztül, mint mag lép ki és a felületét többé-kevésbé egyenletes rétegben borítja a fedésre szánt alumínium, illetve alumínium-ötvözet.

Az így legyártott nagyszilárdságú alumínium-ötvözetű félkészgyártmányok a korrózióknak nagyon jól ellenállnak.

A felület borításával kapcsolatban meg kell említenünk az alumíniumnak más fémekkel, pl. rézzel borítását. Hazai viszonylatban ez a kérdés még nem nyert megoldást, pedig az elektromos iparnak jelentős mennyiségre lenne szüksége az ilyen kettős fémből.

A felületi kezelésnek további módja, amikor a felületet festékanyagokkal vonjuk be. Festésre legalkalmasabbak a bitumenes festékek, cinkkromát, horganyfehér, olajfestékek és klórkaucuk-lakk.

Olomfesték alkalmazása szigorúan kerülendő!

Különösen ügyeljünk az alumínium és ötvözeinek más fémekkel történő összeszerelésénél vagy épületfalazatba való beépítésénél és fával való össze-



építésénél. Ha más fémekkel akarjuk összeszerelni, akkor pl. acélfajták esetében az acélt kadmiumozzuk be vagy tűzi úton horganyozzuk. Az előbb említett festék-, illetve lakkfélések is jó szigetelőréteget képeznek. Kötőfően beváltak a bitumenes vászon vagy bitumenes papír szigetelések. Használhatók fiber, műanyag, vagy gumi is.

Falba történő beépítésnél fenti szigetelőanyagok valamelyikével gondosan válasszuk el az alumíniumszerkezetet a mésztartalmú falazattól, mert ilyen esetben a levegő nedvessége is elegendő ahhoz, hogy a mésszel érintkező alumíniumszerkezet legrövidebb idő alatt tönkremenjen.

Ha fával kell összeépíteni az alumíniumot, akkor legjobb, ha bitumenes papírréteget helyezünk a fa és az alumínium közé.

A könnyűfémek másik nagy csoportjánál a magnézium és ötvözeténél szintén találunk korrózióknak jól ellenálló és korrózióra erősen hajlamos ötvözeteket. A magnéziumötvözetek felületét mechanikai úton fém-rászorással védik. Itt is jól bevált a lemezborítás, amire Al-Mg-ötvözetet asználnak. A magnéziumötvözetű mag és az Al-Mg borítólemez közé cinkport kell helyezni, mert különben a két fém nem tapad egymáshoz.

A felületek befestése itt is előnyösen alkalmazható és általában ugyanazok az előírások, mint az alumíniumnál. Itt még meg kell jegyeznünk, hogy a magnéziumötvözetek felületének előkészítése bikromát és salétromsavas pácban történik. Az alumíniumötvözeteknél a lemezborításhoz lúgos és savas kezeléssel készítettük elő a nagyszilárdságú ötvözetet.

Az eddig említett korróziós védelmi kezelések a legtöbbször igen körülményesek és éppen ezért költségesek is. A kutatók figyelme éppen odairányult, hogy a nagyszilárdságú ötvözeteket is korrózióállóvá tegyék, amit pl. alumíniumötvözeteknél króm, titán vagy vanádium beötvöztetésével, magnéziumötvözeteknél pedig főleg cirkon adagolásával értek el. Ily módon nemcsak a korróziós tulajdonságokat javítják, de növelik az ötvözet képlékeny alakíthatóságát és előnyös szilárdsági tulajdonságokat kölcsönöznek a könnyűfém-ötvözeteknek.

*Bártfai Béla:*

Az elektrofát eljárásához kívánok néhány megjegyzést fűzni.

Természetesen, mint minden felületkezelési eljárásnál el kell telni bizonyos időnek, illetve üzemi gyakorlatnak, hogy a vonatkozó tapasztalatok minden szempontból kiértékelhetők legyenek. Mindamelllett a szóbanforgó eljárás sokatigérőnek látszik, s idevonatkozó tapasztalatok már az irodalomból is rendelkezésünkre állnak, mely csak még jobban alátámasztja az eljárás használhatóságát. Így a *Metal Finishing 1950 decemberi számában* Keller Electroplating on Aluminium című cikkében idézi Fischernek 1936-ban megjelent szabadalmát, amely szerint a kellően előkészített alumíniumtárgyakat galvanizálás előtt anódnak kapcsolja egy 3,2 súlyszázalékos foszforsav-oldatban 15–40 volt és 1,2 A/dm<sup>2</sup> áramsűrűség mellett. 25° C-on, 5–10 percig. Az így oxidált tárgyak vöröszerezhetők, horganyozhatók vagy nikkelezhetők, t. i.

a golván-bevonat beékelődik az oxid hézagai közé és jól tapad.

Ehhez hasonlóan az elektrofát eljárás anodikusan kezeli első fázisban a tárgyakat szabad foszforsavat is tartalmazó fürdőben, csak szerencsés módon mindjárt a fém-leválasztást is ugyanabban a fürdőben végzi, megcserélve a pólusokat.

Fenti idézett szabadalom megemlíti még, hogy az alumínium összetétele szerint a fürdő működési feltételeit tág határok között lehet és kell változtatni. Így a töménységet, áramsűrűséget és időt.

A Metaliwaren-Industrie (MSV) 1943 júniusi számában van egy ismertetés Salkó szovjet tudós eljárásáról, az alumínium foszfátos kezelésére vonatkozólag, melynek konklúziója, hogy akár anodikusan, akár mártó eljárással készült bevonatok csaknem teljesen alumíniumoxidból állnak és igen kevés vagy egyáltalán semmi foszfort nem tartalmaznak.

Ugyancsak a fenti folyóirat (MSV) 1943 februári száma 71. oldalán tárgyal egy Elofátnak nevezett eljárást, mely a Siemens—Halske cég tulajdona, amely szerint 10–12 volt és 4–5 A/dm<sup>2</sup> áramsűrűség mellett kezeli a tárgyakat, amelyből cinkfoszfát leválást nyer, de az eljárás alumíniumra szerinte nem alkalmas, csak vasra. Mindenesetre ez a rövid szemle is meggyőző arról, hogy a téma már korábban szélesebb körben érdeklődést keltett s így annak továbbfejlesztése és gyakorlati kidolgozása indokolt. A közölt eljárással kapcsolatban javaslok a felületre levált cink esetleg cinkfoszfát póruszámát meghatározni.

Erre vonatkozólag az MSV 1941 januári számában, a 22. oldalon található Duffeknek egy eljárása, mely szerint anódnak kapcsolva a vizsgálandó tárgyat, anilinfesték színezi a pórusokat. Lényeges ez a vizsgálat, mert sópermet hatása alumínium alap esetén nem oly szembevető, mint vasnál s így a vizsgálatból vont következtetések sem oly megbízhatók. Már pedig alumíniumon a horgany, még ha poros is, esetleg lehet korrózió védő, de ha már a horganyra nikkelt vagy krómozott viszünk fel, porozítás esetén a korrózió bekövetkezik, még cink jelenlétében is. Erre analógiát találunk a vasnál, ahol ismert az a tény, hogyha vasra horganyt vagy kadmiumot választanak le a nikkel alá, nem nő a korrózió-állóság, inkább csökken.

Ezeket figyelembevéve, fontosnak látszik a porozítás meghatározására megbízható módszer készítése s mind a horgany-bevonat, mind az erre felvitt galvánbevonatok pórusszámának számszerű megállapítása, mert ez a módszer látszik legbiztosabbnak a korrózióállóság megítélésénél alumínium alap esetén.

Az alumínium oxidációs módszereivel kapcsolatban meg kell említenem az ú. n. csapadékos eljárásokat, amikor a kész oxidréteg hézagai között létesítenek különféle színű oldhatatlan csapadékot oly módon, hogy a csapadékot adó két vegyület oldatába egymásután bemártják az oxidált tárgyakat. A pórusokban az ily módon képződött csapadék — tömít, a korrózióállóságot növeli és színállósága is nagyobb, mint az anilinfestékkel elért színezés. Szintén jelentős kérdésnek tartom az alumíniumoxid bevonat tanulmányozását, mint elektromos szigetelőréteget. Ma is egy fontos iparágnak az alapja a jól szigetelő oxidbevonat és pedig az elektrolitikus kondenzátor gyár-



tásé. E célból vékony (0,1 mm) alumíniumlemezen 0,5 mikron vastag oxidréteget készítenek, borsavas vagy ammonborátos közegben oxidálva. E réteg átütési feszültsége 500 volt. Egyenáramú átvezetése mikrofáradónként (kondenzátor állapotban) max. 100 mikroamper. Az ily fajta bevonatok szemcseszerkezete igen finom, porozitása kicsiny — vékonyságuk miatt azonban mechanikai behatásra nem ellenálló.

Mindenesetre a kondenzátorgyártásnál szerzett tapasztalatok figyelembe veendő az alumíniumhuza-

oxidszigetelésének kiszítésénél. Híradástechnikai célokra készült kábeleknél az átütési szilárdság 500 volt és azonkívül a bevonatnak meghajlítás esetén nem szabad pattogni.

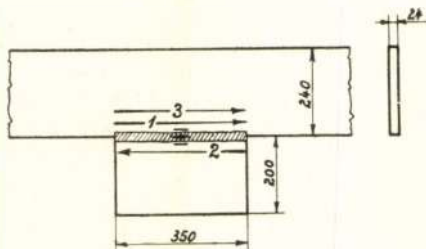
Szintén nyitott kérdés dinamók és transzformátorok tekercselésére alkalmas oxidált alumínium készítése. Mindezeknél a nagy átütési szilárdság és a réteg rugalmassága a követelmény.

Je'enleg a Műszaki Egyetem Elektrokémiai Intézete foglalkozik e kérdések megoldásával s remény van közeli eredmény elérésére.

## Levelsláda

Egyik olvasónk a következőket kérdi:

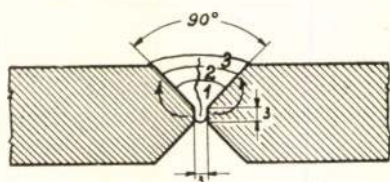
240×24 mm-es színalumínium sínhez 350×200×24 mm-es színalumínium nyelveket kellett hozzáhegeszteni. A hegesztést X formára előkészítve gázhegesztéssel végezték, mindkét oldalon 3 réteggel. A hegesztés nagyon szépen sikerült, amikor azonban a varratdudort a sín vastagságára lemunkálták, minden varrat a közepén (=al jelzett helyen) meg volt repedve (1. ábra). Kérdés,



miért repedtek meg? Mi volt rossz? A hegesztési eljárás, a használt töltőanyag, az előkészítés módja a lángbeállítás, vagy mi más?

Miként kellett volna helyesen hegeszteni?

Felelet: A repedéseket két ok idézte elő, és pedig először a helytelen előkészítési mód, másodsor a teljesen rossz hegesztési kivitelezés. Az előkészítés ugyanis a 2. sz. ábra szerint történt:



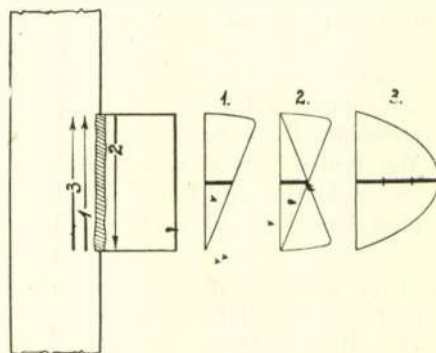
Az alumínium egyik tulajdonsága, hogy az olvadáspont alatt a nyúlása annyira leesik, hogy azt számításba venni nem lehet. Mikor van a hegesztőnek az anyag nyúlására szüksége? Akkor, amikor a hegesztő pótlanyag éppen belekötött, azokat magával húzza. Ez a két darab azonban nagy súlyánál fogva, vagy azért, mert be van fogva, ennek a húzásnak ellenáll, sőt visszahúzza.

Az anyag nyúlásának az így keletkezett feszültséget kellene felvennie, illetve ennek a feszültségnek kellene, hogy az anyag rugalmasan utánaengedjen. Miután azonban ezen a hőfokon az anyagnak sem szilárdsága, sem nyúlása nincsen, az rideg és így megreped.

Nézzük már most a szóbanforgó esetet!

Az X varrat mindkét gyökét 3—3 réteggel hegesztették. A második és harmadik réteg hegesztése a zsugorodás következtében az X sarkok körül, mint forgópont körül húzza szét az első varratot, tehát repeszt. Az első varrat a második hegesztéskor az olvadáspont alatti hőmérsékletre felmelegszik, amikor az alumíniumnak nem-

csak szilárdsága, de nyúlása sincsen, és emiatt az alsó varrat bereped. Természetes, hogy a harmadik varrat he-



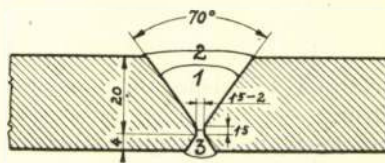
gesztésekor ez a repedés továbbterjed és átmegy a második varratba.

Hosszhegesztés esetén a varrat zsugorodása következtében feszültség keletkezik, más szóval: a munkadarabba feszültséget viszek be és ezzel a munkadarabot feleslegesen terhelem. Ezeket a feszültségeket a varrat-hosszak és azok arányának helyes megválasztásával csökkenteni lehet.

Az adott esetben az előmelegítési idő megtakarítása érdekében az egyes rétegek hegesztését az 1. sz. ábrán nyíllal jelzett sorrendben végeztük, amiáltal a 3. sz. ábrán látható feszültségek keletkeztek.

Ez a helytelen réteghegesztési sorrend következtében keletkezett abnormálisan nagy feszültség hozzáadódik az előbbieken mondottakhoz és a kettő együttvéve idézte elő a repedést.

Kérdés most már, hogy miként kellett volna ezt helyesen hegeszteni, hogy repedés ne következzen be?



A hegesztési helyet a 4. sz. ábra szerinti módon nem X formára, hanem torzított X formára készítjük elő és vigyázunk arra, hogy a hézag 2 mm-nél ne legyen nagyobb. A hegesztőpisztolyra 4-es égőt helyezünk és a hegesztéshez 8 mm Ø-jű hegesztőpálcát használunk.

Az első réteget úgy képezzük ki, hogy az a varrat kétharmadát képezze és a varrat keresztmetszet egyharmada tegye ki a második és harmadik réteget.

Erre azért van szükség, mert az egyharmad keresztmetszet zsugorodásából keletkező feszültség feltétlenül kisebb lesz annál a feszültségnél, amelyre a kétharmad keresztmetszet berepesztésére szükség lenne.

Azt hiszem mondanom sem kell, hogy az összes réteg hegesztését ugyanarról a ponttól kell kezdeni és nem szabad ide-oda hegeszteni.

Kurooszy István.



# ALUMINIUM

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET FÉMKOHÁSZATI SZAKOSZTÁLYA  
ÉS A FÉMIPARI KUTATÓ INTÉZET FOLYÓIRATA

IV. évfolyam

2. szám

## A FÉMIPARI KUTATÓ INTÉZET KÖZLEMÉNYEI

### Az anódmasszák egyes fizikai tulajdonságai és az üzemi használhatóságuk közti kapcsolat

ROMWALTER ALFRÉD és PÓCZE JÓZSEF

Алфред Ромвалтер и Иосиф Пецце:

**Связь между некоторыми физическими свойствами анодной массы и их заводской пригодности.**

Описание проверочных методов, их критическая оценка и после сообщения произведенного опыта результатов нескольких анодных масс, их связь с заводской пригодностью. Безусловно необходимо, чтобы в коксовом помоле анодной массы было 50–60% меньше, чем 0,2 мм крупинки и чтобы пустотность полно заполняло связывающее средство.

Az alumínium-kohászatban az önsülő anódok anyagának minőségi ingadozása súlyos üzemzavaroknak és ezeknek eredményeképpen, termelés-késésnek és önköltségemelkedésnek lehet az oka. Ezért az anódmassza termelő- és felhasználó üzemek számos vizsgálati módszert dolgoztak ki, ilyen minőségi ingadozások felderítésére.

A Fémipari Kutató Intézetben végzett kutatások célja volt az anódmasszák azon tulajdonságainak megállapítása, amelyeknek megmérése révén a masszák üzemi használhatóságára nézve következtetés vonható le.

Nagymértékben elősegítette a kutatásokat a Tata-bányai Alumíniumkohónak azon adottsága, hogy többféle anódmassza üzemszerű felhasználására kényszerült és így az ezek alkalmazásával kapcsolatos üzemi tapasztalatait az Intézet rendelkezésére bocsáthatta.

Az anódmassza nem kiegészítő minősége által előidézett gyakoribb üzemi nehézségek általában a következők:

1. Nagy szénsalakképződés az olvadék elektrolitban,
2. az anódmassza nem megfelelő alakíthatósága,
3. az anódok repedezése,
4. rossz vezetőképesség.

A fentebb kitűzött cél elérése érdekében az első lépés az alábbiakban részletezett módszerek kidolgozása volt. Ezt követte a vizsgálati eredmények kiértékelése, egyes üzemi tulajdonságokkal való szembeállítás és az ilymódon mutatkozó összefüggések felderítése. A második lépést a kimunkált összefüggések gyakorlati alkalmazása képezte.

#### A) Anódmassza-vizsgálati módszerek

E célra főképpen az Elektrokemisk (1) cég által javasolt és esetenként módosított mérési módszereket alkalmaztuk, amelyeket alábbiakban röviden ismertetünk.

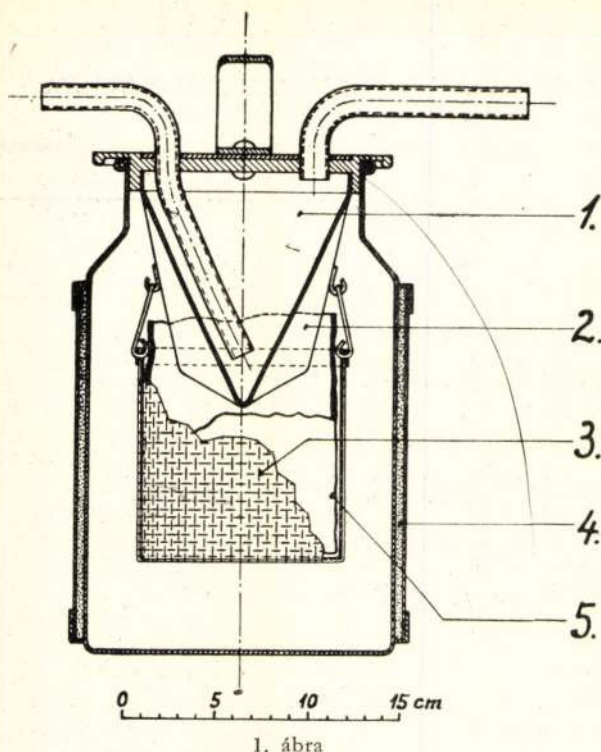
##### 1. Nyers anódmassza sűrűségének mérése.

A beérkezett átlagmintát diónagyságra kell összetörni. A mérést 1000 cm<sup>3</sup>-es mérőhengerben, metilalkohol és víz 1:1 arányú keverékével végezzük (a jobb nedvesítés miatt). Kb. 350–400 g-nyi, pontosan lemért, előtört nyers anódmasszát ismert mennyiségű metilalkoholos víz keverékbe óvatosan beleteszünk (több-kisebb adagban). Ezután üvegbottal kevergetjük, a rátapadt légbuborékok eltávolítása céljából. Mérjük a térfogatkülönbséget, és így megkapjuk a nyers massa térfogatát. A nyers massa súlya osztva a térfogattal, megadja a keresett sűrűséget.

##### 2. Anódmassza benzolban oldható kötőanyag-tartalma

Az Intézet extraháló berendezésének (L. 1. számú ábra) kosarába helyezett szűrővászonzsákba pontosan mért mennyiségű (cca. 500 g), diónagyságra tört nyers masszát adagolunk, majd 750 cm<sup>3</sup> benzollal megtöltjük a készüléket, a hűtővíz áramlását megindítjuk és a fűtést bekapcsolva, megkezdjük az extrahálást. A masszát naponként átlag egyszer, tompavégű üvegbottal óvatosan szét nyomkodjuk és az extrahálást kötőanyagmentes állapotig folytatjuk. Ez úgy ellenőrizhető, hogy a már teljesen szétmállott anyagból, kis mennyiséget kémcsőben tiszta benzollal összerázunk, amikor a leülepedett anyag felett lévő folyadék színtelensége jelzi az extrahálás végét. Ha a benzol ráeső fényben zöldes, fluoreszkáló árnyalatot mutat, akkor a minta még mindig tartalmaz kötőanyagot, és az extrahálást folytatni kell a szintelen állapot eléréséig. Az extrahálás végeztével az anyagot szárító szekrényben kiszárítjuk és megmérjük. Az eredeti és az extrahált anyag súlykülönbsége adja az anódmassza oldható kötőanyag-tartalmát.



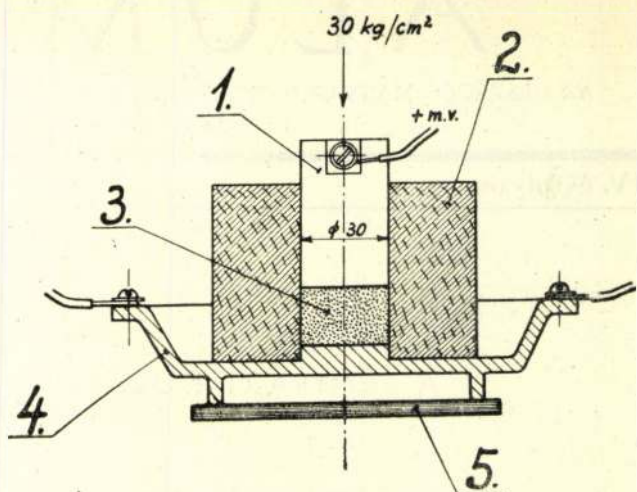


3. Szítalelmzés.

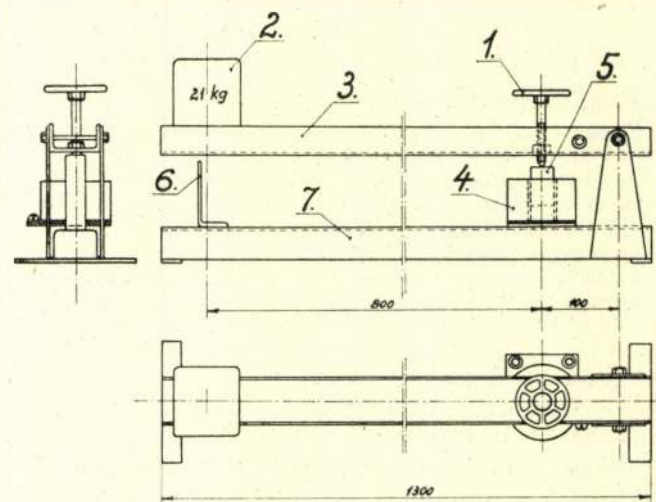
Az extrahálással nyert és szárítószekrényben kiszáritott kötőanyagmentes szemcsékből átlagmintát veszünk, majd ebből, pontosan lemérve, 100 vagy 200 got, 1,5, 1,0, 0,6, 0,3, 0,2 mm lyukbőségű (Din 4, 6, 10, 20 30) szitán szétfajtázunk. Az egyes szemcseosztályok súlyát mérve, azokat a kiindulási mennyiség %-ában adjuk meg. Ily módon nyerjük az anód-masszában lévő petrol-, vagy szurok koks szemcse nagyság összetételét. Az elkövetkezendő méréshez, szemcseosztályonként, legalább 50–50 g szükséges. Ügyelni kell a szítalelmzésnél arra, hogy a szemcséket ne aprítsuk tovább, hogy a szemcsenagyság összetétel ne változzék meg. A finom szemcsenagyságú anyagból álló csomókat a szitán puha gumidugóval szétnyomkodjuk, majd az áthullásukat ecsettel segítjük elő. Néha szükséges az erősebben összeragadt szemcsék egymástól való szétválasztása. Ekkor porcelán mozsárban gumidugóval enyhén dörzsöljük a csomókat anélkül, hogy anyaguk szemcséit összetörnénk, majd az így nyert finom anyagot is szitáljuk.

#### 4. Szemcsenagyság osztályok szerinti vezetőképesség mérése.

Az előző művelettel kinyert anyagból mért mennyiséget viszunk be a porellenállásmérő (1., 2. számú ábra) porcelán hengerébe. A réz áramhozzávezető dugattyú beosztásán mérjük az anyag magasságát. A készülék nyomókarján (1., 3. számú ábra) lévő súly és csavarorsó segítségével az anyagot, kb. 30 kg/cm<sup>2</sup>-re megterheljük. Az elektromos mérőberendezés áramkörét zárva mérjük az áramerősséget, valamint az anyagban bekövetkező feszültségesezt. A mérést tehermentesített, majd újra terhelt állapotban megismé-



2. ábra.



3. ábra.

teljük. Fontos közben az esetleges anyag magasság változás figyelembe vétele. Három mérés átlaga adja a keresett értéket. A számítás menete a következő:

Ismert a dugattyú keresztmetszete mm<sup>2</sup>-ben ( $q$ ), az anyag magassága m-ben ( $l$ ), a mért feszültségesezés ( $E$ ) Voltokban és a mért áramerősség ( $I$ ) Amperekben.

$$= \frac{E \times q}{I \times l} \text{ mm}^2/\text{m}$$

#### 5. Kötőanyagkinyerés benzolos oldatból

Az extrahálásnál nyert benzolos kötőanyag oldatot üvegszűrőbetétes tölcséren megsűrjük, hogy az esetleg átmosódott szilárd részeket elválasszuk az oldott kötőanyagtól. A szűrt benzolos oldatot óvatosan szakaszos lepárlásnak vetjük alá. (Vigyázat! Tűzveszélyes, ezért a lepárló lombik nem üvegből, hanem fémből való.) A benzolt azért nem pároljuk le egészen a kötőanyagról, hogy utóbbi a lombikból könnyebben kiönthető legyen és a kötőanyag lepárlási maradványa, az esetleges helyi túlhevítés következtében ne szenvedjen hőbomlást (krakkolás).



## 6. Kisebbségi kötőanyagmeghatározás nyers anódmasszából

A vizsgálandó anyagból pontosan bemért 30–40 g-nyi borsónagyságúra törött átlagmintát beadagolunk a Soxhlet extraháló készülék szűrőhüvelyébe, azt üveggyapotfál lefedjük a visszacsépező hűtőből lecseppező benzol mechanikai kimosó hatása ellen. Az extrahálást víztisztán lefojtó benzolig folytatjuk. A kötőanyag mentesített és kiszáritott maradványt mérve és súlyát levonva a nyersmassza súlyából, adja különbség alakjában a kötőanyag mennyiségét, amelyet az egész anyag-mennyiség %-ában adunk meg.

## 7. A kötőanyag program lejárása

Az 5-ös művelettel kinyert és koks szemséktől megtisztított, valamint benzolettől nagyjában elválasztott kötőanyagból 130–150 g-ot a program szabályozóval vezérelt lepárló készülék ismert súlyú lombikjába melegen, folyékony állapotban beleöntünk, azzal együtt lemérjük, majd program lejárásnak vetjük alá. A program lejárásnál a hőfokemelkedés sebessége 270 °C-ig 3 °C/perc, 270 °C-tól 360 °C között pedig 2 °C/perc. A párlatokat 110, 170, 230, 270 °C hőfokhatárok közt szedjük. Az említett hőfokon az ismert üres súlyú párlatfogó edényeket cserélve mérjük a párlatok súlyát. Az egyes párlatok súlyát a bemérés %-ában adjuk meg. Ha a lepárlandó anyag esetleg felhabzik és a lombik csőréen a párlatfogó edénybe folyik, úgy a vizsgálatot meg kell ismételni. Ezt a zavart rendszerint az anyagban lévő víz okozza. Ilyen esetben a bemért kötőanyagot 20–30 %-nyi (a bemérésre vonatkoztatott) xilóban feloldjuk, az oldatot bepárlóztatjuk. Az oldóanyag elgőzölgése közben a vizet magával viszi. Magasabb forrponthú párlatok kinyerésénél vigyázni kell, hogy a lombik csőre el ne duguljon és a záródugót a fejlődő gőzök le ne dobják. A csőr enyhe melegítésével a dugulás megszűnethető.

## 8. Az anódmassza minták kiégetése

Az ökölnagyságúra előtört nyers anódmasszákat 170 mm Ø, 300 mm magas, 0,7–1 mm vastag lemezből (vas) készített hengeres edénybe, melegen (130–160 °C) bedöngöljük, ügyelve arra, hogy az anyagban légzárvány ne maradjon. A melegítésnél vigyázni kell arra, hogy a masszát túl ne hevítsük, mert ezáltal a kötőanyagából bizonyos mennyiségű illó rész eltávozik, miáltal a minta minőségileg megváltozhat. A 300 mm magas, ismert súlyú vasedénybe kb. 220–250 mm magasan, 8–9 kg anyagot döngölünk be, majd lehűlés után újra megmérjük a súlyát, valamint a pontos magasságát. Az így égetésre előkészített mintát az e célra szolgáló 5 mm vastag és a vasedénybe lazán beillő vasfedőlemezzel, valamint a hasonló célt szolgáló kerek samott téglával, amelyeknek súlya ismeretes, lefedjük és az égető kemencébe (2), annak hidraulikus emelő szerkezetének segítségével óvatosan felemeljük. Természetesen közben a kemence elzáró harangját eltávolítjuk. Ezután az égető kemence felső részén lévő nyíláson a térfogatváltozásokat közvetítő grafit rudat behelyezzük

és újra feltesszük a grafitrúd végére a légelzáró harangot. A kemencén elhelyezett szinkron óra hengerét kormozott papírcsíkkal vonjuk be, amelyet 12 részre osztunk, függélyes vonalakkal. Az állandó terhelést biztosító emelőkart ezután a harang tetejére helyezzük és utóbbi írótüjével oly szintben húzunk alapvonalat, hogy kb. 30 mm-es magasság-csökkenést a vonal alatt a készülék még felrajzolhasson. A 6,7 kg-os terhelősúlyt ezután a nyomókarra akasztjuk, majd a kemence alsó nyílását vízüveges talikumporral leragasztjuk. A kemence így bekapcsolásra kész. A 8 és 1/2 órás időtartamú égetés befejeztével a kemence célszerűen egy éjszakán át hűl. A kiégetett próbát az azt terhelő emelőnek leszereélése, valamint a légelzáró harang és a grafitrúd eltávolítása után, a hidraulikus szerkezettel a kemencében leengedjük, vigyázva arra, hogy a vasedényt érintő termoelemet meg ne sértsük. A kivett vasedény súlyát mindenestől lemérjük, majd a vasedényt autogén hegesztőpisztollyal felvágjuk és a kiégetett masszátömböt óvatosan kivesszük. A vasedény, a massa-minta, a fedő vaslap és samottkö kiégetés előtti összsúlyából levonva ugyanezek súlyát nyerjük az égetéskor beálló súlyvesztést, amit a kiégetetlen massa-mennyiség súlyának %-ában adunk meg. A kiégetett anódmassza-mintát 150 mm Ø-ű és 220 mm hosszú körhenger alakra leestergáltjuk, a következő vizsgálathoz. A leestergált henger palástján ellenőrizhető, hogy az égetést megelőző lágyulás alatt történt-e fajtázódás a képlekeny masszában, valamint a palástfelület felvilágosítást nyújt arra vonatkozólag, hogy tartalmaz-e a massa feltűnően sok gázhólyagot.

## 9. Kiégetett anódmassza sűrűségének mérése

A már előző pontban leírt, méretre leestergált mintadarabnak mérjük a súlyát és kiszámítjuk a térfogatát. Ezek hányadosa adja a kiégetett anódmassza látszólagos sűrűségét.

## 10. A kiégetett anódmassza-minta fajlagos ellenállása

A hengeralakú, megmunkált, kiégetett anódmassza tömböt két egymástól 150 mm távolságban lévő vörösrézhuzaiból készített hurokkal körülvesszük. Itt ügyelnünk kell arra, hogy a két burok közötti távolság mindenütt 150 mm legyen. A fajlagos ellenállás a mintán átfolyó áramerősségből, az említett huzalhurok között mérhető feszültségesésből, a massa keresztmetszetéből, valamint a két hurok közti távolságból a következő képlettel számítható:

$$s = \frac{E \cdot q}{I \cdot l} \quad \text{mm}^2/\text{m}$$

E = feszültségesés a két huzalhurok közt; Volt,  
I = a próbatesten átfolyó áramerősség; Amper,  
q = keresztmetszet mm<sup>2</sup>-ben,  
l = hossz, m-ben.

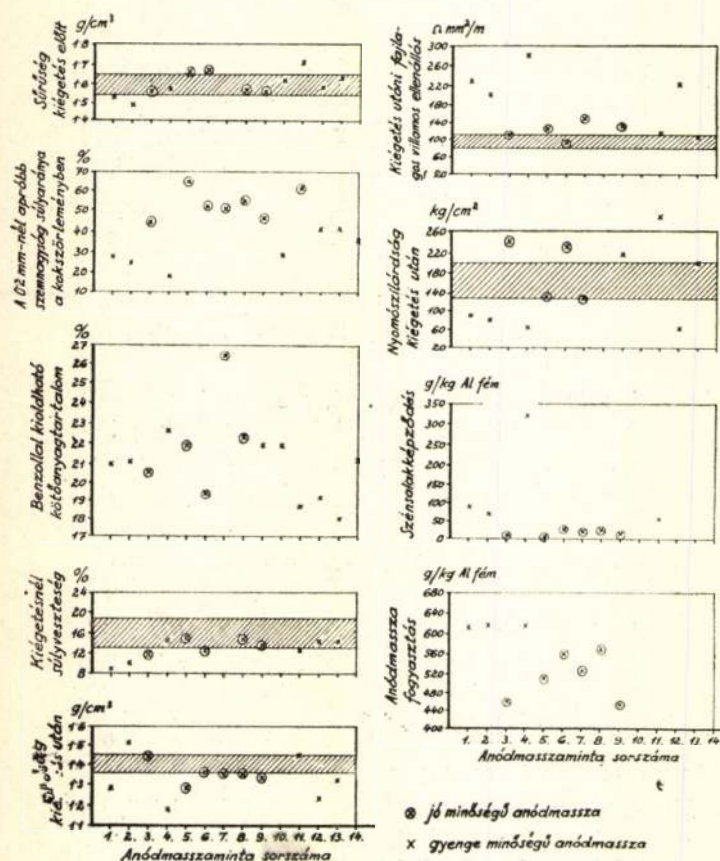
A fent leírt mérést az áramkörbe iktatott tolóellenállás segítségével 3 különböző áramerősségnél (0,2–1,5 A) megismételjük és e 3 mérés számtani közepe adja a fajlagos ellenállást.



### 11. A kiégetett masszaminta nyomószilárdságának meghatározása.

A kiégetett anódmassza-henger hosszát 150 mm-re esztérgáljuk, ügyelve arra, hogy a próbatest két fedőlapja a tengelyre merőleges és sík legyen. Ez a nyomószilárdság vizsgálataánál fontos a helyes eredmény elérésére. A nyomógépbe helyezett, kiégetett anódmassza hengert ezután lassan emelkedő terhelésnek vetjük alá. A nyomóerőt a minta megropppanásánál olvassuk le. A nyomóerőt feltüntető terhelési diagramot a próbatesthez csatoljuk. Utóbbiról a megropppanáskor keletkező repedések helyének krétával eszközölt megjelölése után, fényképfelvételt is készíthetünk.

Különböző anódmasszákon a leírt módszerekkel végzett vizsgálatok eredményeit alábbi táblázatokban foglaltuk össze. Minden táblázaton a mérési adatok mellett az üzemi szempontból fontos, fajlagos szénsalakképződés és anódmasszafogyasztás adatait is feltüntettük.



4. ábra.

A kész anódmasszákon végrehajtott egyes vizsgálatok eredményeit összevetve, az Elektrokemisk cég által javasolt határértékekkel, nyerjük alábbi, a jobb szemléltetés célját szolgáló diagrammokat. Az egyes anódmasszák tulajdonságainak mérőszámait feltüntetendő diagrammokon (l. 4. sz. ábra) általában elég jelentős ingadozások észlelhetők. Ezért az Elektrokemisk cég által megadott és mint a jóminőségű anódmasszákra jellemző határértékekkel rögzített minőségmezőkből gyakran kieső értékek is sűrűn elő-

fordulnak. A minőségmezőket a vonalkázott területek képviselik. A belőlük kieső értékekkel rendelkező egyes anódmasszákat, mint a mérési pontok jelzése mutatja, mégis jó üzemi tulajdonságokkal rendelkeznek (kis szénsalakképződés, megfelelő higfolyósság). Ez a tapasztalat a minőségmezők kétes értékére figyelmeztet. Ha a fenti megállapítások után az anódmasszákra vonatkozó vizsgálati eredményeket és az azokkal kapcsolatos fizikai állandókat, mint minőségjelzőket kritikailag szemléljük, akkor csak igen kevés olyat találunk köztük, amely megbízhatóan utal az üzemi tulajdonságokra.

Ennek a megállapításnak igazolására hasznosnak látszik a fizikai állandók és az anódmasszákat szerkezeti felépítése közti összefüggések kapcsolatának szemügyrevétele.

A kiégetés előtti sűrűség értéke függ a kokszórlemlény és a kötőanyagtartalom mennyiségi megoszlásától. Ha az előbbi mennyisége nő utóbbi terhére, nő a massa sűrűsége. (Ez érthető, mivel a kokszórlemlény sűrűsége lényegesen nagyobb a kötőanyagénál.) A fenti egyszerű és kézzelfogható összefüggés csak teljesen tömör anyagú anódmasszákra vonatkozik. Ilyenek pedig gyakorlatilag nincsenek, mert a használatos masszában változó mennyiségű légzárvány (buborék) van és ezek a mért eredményt meghamisítják, úgy hogy az minősítési szempontból semmitmondó.

A kokszórlemlény szemnagysági összetétele meghatározza annak térfogatsúlyát, illetőleg térkitöltését. Minthogy a kötőanyag hőbomlásakor abból megközelítőleg csak  $\frac{1}{3}$  eredeti térfogatot kitevő kokszmaradék keletkezik és  $\frac{2}{3}$  térfogat helyén hézag marad, kíváncsi, hogy minél kevesebb kötőanyagot tartalmazzon a massa. (A magas hézagtartalom csökkenti az anód vezetőképességét, szilárdságát és emellett tapasztalhatóan a sok szénsalakképződés oka.)

A fentebb feltüntetett hézagtartalom közelítő kiszámítását alábbi példa szemléltesse:

Az anódmassza kokszórlemlényének hézagterfogata legyen 30 térfogat %, a kötőanyag sűrűsége 1,30 g/cm<sup>3</sup>, a kötőanyag elkokszolódásakor keletkező szurokkoksz sűrűsége 1,90 g/cm<sup>3</sup>, a kötőanyag kokszolási maradéka pedig 50 súly %. A kötőanyagból keletkező szurokkoksz mennyiség:

$$\frac{30 \cdot 1,30 \cdot 0,5}{1,90} = 10,3 \text{ térfogat } \%$$

tehát a massa kiégetésekor keletkezett új hézagterfogat  $30 - 10,3 = 19,7$  térfogat %.

A kis kötőanyag igényhez szükséges jó tékkitöltés előfeltétele a durva ( $\varnothing 4,7-0,83$  mm) a közepes ( $0,83-0,2$  mm) és finom ( $0,2$  mm alatti) szemnagyságú koksz-részecskék olyan mennyiségi megoszlása, hogy a szemcsék közti hézagok térfogata a legkisebb legyen. Ennek a feltételnek a legjobban olyan örlemlény felel meg, amelyben általában a durva és közepes méretű koksz-szemcsék %-os mennyisége 40-60%, a finomaké pedig 60-40%. (3)

A fenti tapasztalatot alátámasztja a számítás és mérés (l. alábbi táblázatot), ugyanis bármilyen szemnagyságú, egymás között egyenlő méretű ( $\pm 25\%$  eltéréssel) szemcsékből álló halmazban lévő hézagok össztérfogata 52-58%-a a halmaz össztérfogatának.



Ezt a hézagterfogatot kell kitöltenie minél tökéletesebben a fentiekben megadott mennyiségű finom szem nagyságú anyagnak.

Szem nagyság mm	Térfogatsúly g/l	Sűrűség g/dm <sup>3</sup>	Hézagterfogot a szemcsehalma terfogatának %-ában
1,5—1,0	606	1380	56,2
1,0—0,6	678	1640	58,7
0,6—0,3	800	1820	56,1
0,3—0,2	768	1780	57,0
0,2—0,1	835	1820	54,2
0,1—0,05	835	1820	54,2
0,05—0	870	1820	52,3

A koksörlemény szemcse nagysági összetétele, mivel döntően befolyásolja az anód anyagának szerkezet felépítését, továbbá, mert való értékét nem befolyásolja más, kiküszöbölhetetlen tényező és mert a kész anódmasszából is biztonsággal megállapítható, ismeretlen tulajdonságú massa minősítésére alkalmas mérési adatokat szolgáltat.

A benzollal kioldható kötőanyag-tartalom, nem azonos a vizsgált anódmassa kötőanyag-tartalmával. A különbség oka a kötőanyagban lévő finomszemű ún. „elemi szén” benzolban mutakozó oldhatatlansága, aminek következménye, hogy az oldási folyamatnál használatos módszer eredményeképpen elkülönül az oldott kötőanyagrészekről.

Mint hogy a vizsgálati módszer csak a benzollal kioldható kötőanyag mennyiségét méri, ily módon a változó (5—30%) és ismeretlen mennyiségű oldhatatlan részt is tartalmazó, teljes mennyisége a kötőanyagnak a kész masszából nem állapítható meg. Ezért a benzollal, vagy más oldószerrel kivont kötőanyag tartalom számértéke nem alkalmas anódmasszá minősítésére.

Az anódmassa-minták kiégetésénél mutakozó súlyvesztéseget előidézik a minta kötőanyag-tartalmából, annak hőbomlásakor távozó gőz- gáznemű lepárlási és bomlási termékek. A minta kötőanyag-tartalmától függ tehát főképen annak kiégetésekor súlyvesztése. A felhevítés sebességének befolyását a kiégetésnél a szabványosított és ezért minden égetésnél azonos hőmérséklet-változás állandósítja és így mint változót kiküszöböli. Ezt a látszólagos egyértelműen meghatározott értéket nagyon kétes értékűvé teszi azonban az anódmassa-üzemben és laboratóriumban végbemenő kiégetésének különbözősége. Ennek egyik megnyilvánulása a kétféle kiégetési sebesség, aminek hatására (üzemben a massa kb. 3 hónap alatt, laboratóriumban 8,5 óra alatt ég ki) azonos kötőanyagból erősen eltérő mennyiségű koksztartalom képződik.

A kétféle kiégetési folyamat közti másik különbséget okozza a koksörlemény szemcséinek leülepedése az olvadt anódmassa kötőanyagában. Ily módon az üzemben alulról felfelé kiégető anódtömb mindig leülepedett koksztartalommal áll. Az anódmassa

esetleges kötőanyagfeleslegét a nehezebb koksztartalom csak egymás közül mintegy kiszorítja és az végül az anód felső részén gyűlik meg. A leülepedett részben csak a szemcsék felületi nedvesítéséhez szükséges, és a hézagterfogatot kitöltő kötőanyagmennyiség maradhat.

Ezzel szemben a laboratóriumban végzett kiégetéskor az anódmassa-minta teljes mennyisége koksztartalom el. Ily módon a mintán felül elhelyezkedő esetleges kötőanyagfelesleg elköszosodása révén olyan többlet kötőanyagmennyiség is hőbomlást szenved, ami az üzemben kiégető anódnál változatlanul megmarad. A kötőanyagfelesleg tartalmazó anódmassa üzemi viszonyok közti kiégetésekor, mert az előálló ülepedés miatt kötőanyag-többlete különvált, — eredeti állapotával szemben kevesebb kötőanyagot tartalmaz. A laboratóriumi minta és az üzemben felhasznált anyag tehát nem azonos. Értelmezhető tehát, ha a kétféle anyag kiégetésekor különböző súlyvesztéseket fog adni.

A vázolt bizonytalanságot még fokozza a kötőanyag elköszosodásakor keletkező koksztartalom változó mennyisége. Ezentúl a kiégető masszaretegbe a fellette lévő olvadt anódmasszából még beszivárgó kötőanyagmennyiségnek elköszosodásából keletkező koksztartalom, teljesen meghatározhatatlan mennyisége (4) is módosítja az üzemben kiégető massa súlyvesztését a laboratóriumban kiégetéssel szemben. Laboratóriumban kiégető masszában a nyers és kikokszolt rész nem egymásfelütti elhelyezkedése miatt kötőanyagbeszivárgás a kiégetett részben nincsen.

A masszaminta kiégetés utáni térfogatsúlyát meghatározza a koksztartalom és az ebben elszórt likacsok térfogatának aránya. Az anód jó villamos vezető képességének, megfelelő szilárdságának és a minél kisebb szilárdságú részecskének előfeltétele a minél nagyobb térfogatsúly, vagy az ezzel együtt járó, minél tömörebb szerkezet. Ezt biztosítja a jó anódmasszában a koksörlemény elérhető legnagyobb térfogatsúly (litérsúly) és a kötőanyag minél nagyobb koksztartalom. Mindkét követelmény azonban ellenőrizhetetlen a vizsgálandó, kész anódmasszában. A koksörlemény térfogatsúlyát azért, mert csak a benzollal kötőanyag mentesített anódmassa koksztartalom áll rendelkezésre, ahol minden koksztartalom a kötőanyag visszamaradt oldhatatlan része burkolja be és ez a részecskéket egymástól elválasztó bevonat az oka a mérhető hamis litérsúly-értéknek. A kötőanyag koksztartalmának meghatározásához szintén nem eredeti, hanem csak benzolos kioldással nyert vizsgálati anyag áll rendelkezésre. Ennek a koksztartalom értékét meghamisítja a benzolban oldhatatlan anyag teljes hiánya.

A kiégetett anódmassa térfogat-súlyát befolyásoló hézagtartalom azonban a kötőanyagnak elköszosodásakor beálló térfogatcsökkenésén kívül még a hőbomlásnál keletkező gáz- és gőznemű bomlástermékek okozta buborékok is növelik. Ez utóbbi jelenségnek mértéke és így befolyása szintén nem számítható, tehát az előzőtől értékszerűen el nem választható. Az elválasztás ugyanis megmutatná, hogy az összhézagosságból mennyi származott a tapasztalat szerint kevésbé káros buborék okozta hézagokból és mennyi a kötőanyag koksztartalom beállt nagyon



hátrányos zsugorodás okozta hézagosságból. Utóbbi azért nagyon hátrányos, mert minden kokszzsemcse körül előfordul. E hézagok a szemcséfelületen túlsúlyba jutva, annak más szemcsékkel való kapcsolát gyengítik és így okai lehetnek a nagy szénsalakképződésnek. A zsugorodás okozta hézagok mellett a nagyobb méretű, kötőanyag bomlástermék buborékok, mivel csak kisszámú koksZRészeket érintenek, kevésbé károsak. A kiégetett anódmassza térfogatsúlyának a fentiekben ismertetett tényezőktől való függése igen kétes értékűvé teszi azt az ismeretlen masszák minőségének elbírálásánál. (5) Ily módon a kis térfogatsúlyú, jó minőségű (a kis térfogatsúly oka sok gázhollyag) és nagy térfogatsúlyú, szinte használhatatlan anódmassza (kevés hézag a kötőanyag elkoszolódásakor zsugorodásnak eredménye), létezése érthetővé válik.

A kiégetett masszaminta fajlagos villamos ellenállását meghatározza a koksanyag sajátos fajlagos ellenállásán kívül a hézagterfogát nagysága és eloszlása, azaz a tényleges vezető (koksZból álló) keresztmetszet. A kötőanyagból keletkező szurokkoksz azonos mérvű kiégetettsége és ezért azonos ellenállás értéke a masszapróba kiégetési körülményeinek szabványossá tételével állandósítható és így mint változó kiküszöbölhető. A hézagterfogát eloszlásának már taglalt bizonytalansága visszahat a masszapróba ellenállás értékére is. Ez a magyarázata annak, hogy azonos koksanyagból készített azonos szemnagysági összetételű és kötőanyagtartalmú masszából szabványosan kiégetett minták fajlagos ellenállása egymástól jelentős mértékben eltérő lehet. Az anódmasszaminták fajlagos villamos ellenállása az ismertetett bizonytalansági tényezők miatt, tehát szintén alkalmatlan egyértelmű minőségmutatónak.

A kiégetett masszaminták nyomószilárdságát is a koksanyag és a hézagterfogát eloszlása határozza meg. Utóbbi bizonytalansága ugyanígy is kihat az eredményekre, de a tapasztalat szerint csak kisebb mértékben, miáltal a nyomószilárdság támpontot nyújthat valamely ismeretlen anódmassza minőségének elbírálásánál. Általában magas nyomószilárdsággal jó villamos vezetőképeség és kevés szénsalakképződés jár együtt. Az üzemben jó minőségű anódmasszák nagy többsége meghaladja a  $200 \text{ kg/cm}^3$  nyomószilárdságot kiégetett állapotban.

A benzollal kioldható, utólag benzolmentesített kötőanyag lepárlásakor kapott párlatok, ha azok szabványosított hőfokhatárok és meghatározott hőfokemelkedési sebesség mellett jönnek létre, támpontot nyújtanak a kötőanyag egyes összetevő csoportjainak forráspontjáról és mennyiségéről. Ez a kép a valóságnak megfelelő. Minthogy a jó anód létrejötte azonban döntő mértékben más jellegű kötőanyag-tulajdonságtól függ (koksZolási maradvány), a lepárlás eredményei, ismeretlen anyag vizsgálatánál nem szolgálhatnak jellegzetes minőségmutatóul. Mindamellett az anódmasszák tárolásakor bekövetkezett összetapadásra figyelemztet az olyan kötőanyag, amelyből 360 C fokig 25%-nál több párlat távozik. Az ilyen kötőanyag egyúttal gyengébb kötőképesége miatt rendszerint túl alacsony nyomószilárdságot is eredményez a kiégetett masszamintákban.

A benzollal kioldható, utólag benzolmentesített kötőanyagnak koksZosítási maradványa nem azonos az eredeti, — a masszában jelen volt — kötőanyag-nál mérhető koksZosítási maradvánnyal. Minthogy az anódmasszából keletkező anód használhatóságát nagymértékben befolyásolja a kötőanyagból keletkező koksZmaradvány mennyisége, fontos számértékének ismerete. Ezt a benzollal kioldott kötőanyagból meghatározható érték nem pótolhatja, lévén utóbbi a benzolban oldhatatlan „szabad szén” távolléte miatt mindig kisebb, mint a keresett eredeti érték. A két eredmény közti eltérés a kész anódmasszák kötőanyagában lévő „szabad szén” mennyiségének meghatározhatatlansága miatt szintén nem állapítható meg, miáltal a benzolos kioldással nyert kötőanyag koksZolási maradéka természetesen szintén nem lehet minőségjelző érték.

A benzollal kötőanyag mentesített anódmassza koksZörleményének fajlagos villamos ellenállás-értékét meghatározza egyrészt a koksZ tömör anyagának fajlagos ellenállása, másrészt minthogy szemcséhalmozról van szó, a részecskék közti hézagterfogát és az azok közti fellépő átmeneti ellenállás.

E tényezőknek (a porellenállásra gyakorolt) számszerűen kiértékelhető, egyenkénti hatása nem állapítható meg egy már megörölt anyagra vonatkozólag. A szemcsék közötti hézagterfogatnak és átmeneti ellenállásnak különösen nagy befolyását szemlélteti pl. egy szénelektroda alakban mért koksZanyag fajlagos villamos ellenállása  $6-80 \text{ mm}^2/\text{m}$ , de ugyanazon elektroda örleményének  $0,6 \text{ mm}$ -es szemcse nagyságú dara alakjában mért ellenállás értéke ezzel szemben  $500-600 \text{ Ohm mm}^2/\text{m}$ . A számértékekből látható, hogy a dara alakban meghatározott fajlagos ellenállás értéke csak mintegy  $12-14\%$ -a a tömör szénelektrodáénak. Minthogy a dara, illetőleg poralakban mérhető ellenállás függ a szemnagysági összetételtől, a mérés közben a szemcsék egymás közötti nyomásától, a mért anyag oszlop magasságától és annak keresztmetszetétől, mindezen tényezők és a mérési eljárás az egyes mérések összehasonlíthatósága érdekében célszerűen szabványosítottak. Ilyen esetben ugyanis az ezek hatásaként mutatkozó eltérések kiküszöbölődnek. De még az ily módon szabványosított mérések eredménye is csupán durván tájékoztató jellegű, mivel főleg a szemcsék közti átmeneti ellenállásból adódó „porellenállás” nem áll határozott számtani összefüggésben az anyag tömör alakban mért ellenállásával. A benzollal kioldott anódmasszák koksZörleményének szabványos módon végzett ellenállás mérését még ezen felül nagymértékben befolyásolja a kötőanyagból visszamaradt, a koksZszemcséket bevonó, benzolban oldhatatlan réteg (szabad szén), amely rossz vezetőképesége miatt jelentősen növeli az átmeneti ellenállást. E zavaró bevonatnak hatása a koksZrészecskéknek telített krómsavban ( $\text{CrO}_3$  telített vizes oldata) eszközölt 10 perces forralásával kiküszöbölhető, úgy, hogy az ily módon előkezelt koksZdara ellenállás adata az eredeti állapotú (kötőanyaggal való összekeverés előtti) anyagéval azonos. Az említett bevonat hatásának szemléltetésére példaképpen szolgáljanak ugyanazon anyagnak alábbi fajlagos villamos ellenállás adatai:



0,6 mm-es előkezeletlen, benzollal kötőanyag-menisített anódmassza kokszorleményen mérhető 2790 Ohm mm<sup>2</sup>/m.

Ugyanaz, krómsavval előkezelve 650 Ohm mm<sup>2</sup>/m értéket ad.

A koksztára alakjában eszközölt ellenállás mérésének fentiekben részletezett okok miatti bizonytalansága nem mutatja azt anódmassza minősítés céljára különösen használhatónak. De aláhúzzák ezt a megállapítást még a kiégetett masszaminta fajlagos villamos ellenállás mérésénél felsoroltak is, amiből látható, hogy a koksztanyag porellenállása nincs mennyiségtanilag kiértékelhető összefüggésben a kiégetett anódnak üzemben oly lényeges ellenállás értékével.

A „porellenállás”-mérés egyedüli létjogosultsága csak abban látható, hogy általa ellenőrizhető az anódmassza gyártásakor felhasznált koksztanyag koksztosítottságának mérve és ez tájékoztatást nyújt a még abban foglalt illó tartalom mennyiségéről. Sikeresen használható még a koksztanyag koksztosítottságának érzékelésére annak forrásban lévő vizes CrO<sub>3</sub> oldatban bekövetkező oxidációja. A vizsgálatok (6) azt mutatják, hogy a kokszt oxidálhatósága növekvő koksztosítási hőmérséklettel a szénfajtától függően 800—1000 C fokig csökken, ennél nagyobb hőmérséklettel koksztosítva pedig nő.

Ha az anódmasszák különböző tulajdonságainak mérésére használatos és fentiekben kritikailag taglalt vizsgálati módszereket szemügyre vesszük, megállapítható, hogy úgyszólván mindegyiknek számértékére több, egymástól el nem választható és gyakran mérhetetlen tényező gyakorol befolyást. Ez az oka annak, hogy valamely tulajdonság számértékének megváltozása a több — lehetséges előidéző ok miatt — nem egyértelműen kiértékelhető és ezért többnyire semmitmondó, ismeretlen minőségű anódmassza értékelő vizsgálatánál.

Kedvezőbb a helyzet állandóan azonos nyersanyagok felhasználásával folyó anódmassza-gyártásnál, ahol a termék már bevált minőségű és az ellenőrzés célja pusztán a jó minőséget jelző tulajdonságok állandóan megfelelő értékének érzékeltetése.

Ilyen esetben egyes vizsgálati eredmények ingadozása, mivel többnyire csak egy tényező változik meg, rendszerint könnyen kiértékelhető és ezáltal a gyártást zavaró ok is megállapítható.

Kész, ismeretlen minőségű anódmasszák üzemi használhatóságának elbírálására a fentiek alapján tehát csak a szemnagysági összetétel adja az egyedül megbízható támpontot. 50% körüli finom kokszt-szemnagyság jelenléte a durvább 5,0—0,2 mm mellett megfelelő mennyiségű (a hézagterfogatot kitöltő) és minőségű kötőanyaggal együtt biztosítja az anódmassza jó áramvezetőképességét a kevés szénsalak-képződést és a megfelelő alakíthatóságot (7). Ezt igazolják az 1. táblázat adatai, ahol az 50% körüli mennyiségű, 0,2 mm-nél apróbb szemnagyságú koksztorleményt tartalmazó anódmassza-fajták kedvező szénsalak-adatai szembeűnőek. Utóbbi a finom kokszt szemnagyság mellett elsősorban hézagterfogatot teljesen kitöltő kötőanyagmennyiség biztosítja. A kötőanyag itt egyrészt mint kenőanyag, másrészt mint a koksztreszcskéket elborító és az Archimedesi törvény alapján hatásos súlycsökkentő folyadék működve, kisebbiti a koksztreszek közti sűrűdést.

Az 1,3 g/cm<sup>3</sup> sűrűségű kötőanyaggal körülvett 2,0 g/cm<sup>3</sup> sűrűségű koksztreszcséknek az olvadt anódmasszában mért súlya eredeti (levegőn mérhető) súlyuknak hozzávetőlegesen 65%-ával kisebb, miáltal külső behatásra a száraz koksztorleménynél lényegesen könnyebben mozduznak el egymáshoz képest. Ez a könnyebb elmozdíthatóság az elegendő kötőanyagtartalmú anódmasszáknak olvadt állapotban jelentkező jó folyékonyságát.

Az anódmassza hézagterfogatának kötőanyaggal való tökéletes kitöltöttsége ezért már külsőleg is valószínűsíti a vizsgálandó anódmassza megfelelő alakíthatóságát. A kellő mennyiségű kötőanyagot tartalmazó anódmassza törete kiégetetlenül (kivéve a többnyire gömbölyű, belül fényes légbuborékokat) teljesen tömör (minden hézagot kötőanyag tölt be). Ha 1—2 kg anódmasszát néhány óráig 140—150° C hőmérsékleten tartunk, annak koksztanyaga az ezt elborító kötőanyagban magasabb sűrűsége miatt leülepszik. Ennek eredményeképpen a kívánatos kis,

1. SZ. TÁBLÁZAT.

Anód-massza minta sorszám	Sűrűség égetés előtt (dió nagys. g/cm <sup>3</sup> )	Kokszőlelemény szemnagysági összetétele súly %-ban						Benzollal kioldható kötőanyag tart. súly %	Szén salak képző. és g/kg Al fém	Anódmaszsa fogyasztás g/kg Al fém
		+ 1,5	+ 1,0	+ 0,6	+ 0,4	+ 0,2	— 0,2			
		milliméter								
1	2	3						4	5	6
1	1,53	27,5	7,1	14,2	18,2	5,5	27,5	21,0	90,0	610
2	1,49	28,0	9,1	15,3	17,6	5,7	24,3	21,1	70	614
3	1,56	9,4	6,7	17,8	18,9	5,3	41,9	20,6	11,7	459
4	1,57	33,8	10,5	18,2	15,5	4,0	18,0	22,6	323,0	615
5	1,66	16,4	4,2	1,3	8,2	6,5	14,4	21,9	6,7	513
6	1,67	20,3	8,4	11,0	6,5	2,2	51,6	19,9	26,9	559
7	—	20,6	12,1	10,0	4,5	1,5	50,4	26,4	20,7	526
8	1,57	22,7	9,4	6,3	5,6	2,7	54,3	22,3	25,0	568
9	1,56	22,7	6,2	11,3	10,8	3,2	45,8	21,9	11,6	456
10	1,62	14,8	8,9	13,6	26,4	8,0	28,3	21,9	124,5	600
11	1,71	2,5	6,9	11,9	12,0	5,8	60,9	18,7	58,7	571
12	1,58	16,3	7,5	12,9	15,4	7,5	40,4	19,2	—	—
13	1,63	12,6	6,6	14,8	18,2	7,1	40,7	18,0	—	—
14	—	15,4	7,9	13,2	20,5	8,2	34,8	21,2	—	—



2—3% kötőanyagfelesleg a masszaminta felső felületén összegyűlik, miáltal az fényessé válik. Ha a felső felületnek említett kifényesedése nem következik be a 2—3% kötőanyagfelesleg a masszaminta felső felületére melegítés hatására, akkor ezáltal bebizonyosodott, hogy a vizsgált anódmasszában nincs kellő mennyiségű kötőanyag. Az ilyen massa a kohókádak anódjaiba beadagolva még felmelegedés után sem folyik szét. Olvadt állapotban keverve repedések keletkezése közben könnyen szétválk kisebb-nagyobb darabokra, sőt jelentős kötőanyaghiánynál (ha pl. az összkötőanyag kb. 30%-a hiányzik) ez a szétesés egészen az egyes koksörlemény-szemcsékre való szétmorzsolódásig folytatódik. Az ilyen anódmassza még megfelelő szemnagysági összetétel mellett is sok szénsalakt ad. Hasonló, kisebbméretű szétmorzsolódás figyelhető meg túl kevés finom koksörletet tartalmazó anódmasszában is.

A koksörlemény hézagterfogatót jelentősen meghaladó kötőanyagmennyiség viszont azért káros, mert egyrészt az üzemi kohókádak anódjának felső részén meggyűlő vastagabb rétegében könnyen bekövetkezik a koksrészesecskék szemnagyság szerinti (üledés útján) fajtázódása, másrészt könnyen kifolyhat az anódköpenyből, az olvadék-elektrolit takaró tömítést szennyezve, miáltal nő a szénsalak mennyisége akkor is, ha az anódmassza különben (kötőanyag kifolyása nélkül) jóminőségű.

2. SZ. TÁBLÁZAT

Anódmassza minta sorszáma	Kiégetés-nél súlyveszt. %	Sűrűség kiégetés után (150x110 mm próbadarabon mérve) g/cm <sup>3</sup>	Kiégetés utáni fajlagos villamos ellenállás mm <sup>2</sup> /m	Nyomószilárdság kiégetés után kg/cm <sup>2</sup>	Szénsalak képződés g/kg Al fém	Anódmassza fogyasztás g/kg Al fém
1	9,0	1,28	231	90,5	90,0	610
2	10,0	1,51	201	82,7	70,0	614
3	11,7	1,44	109	241,—	11,7	459
4	14,5	1,18	280	63,9	323	615
5	15,1	1,28	125	133	6,7	513
6	12,6	1,36	92	229	26,9	559
7	—	1,35	150	131	20,7	526
8	14,8	1,35	—	—	25,0	568
9	13,2	1,33	131	217	11,6	456
11	12,5	1,45	116	290 felett	58,7	571
12	14,5	1,23	223	62	—	—
13	14,2	1,32	105	198	—	—

3. SZ. TÁBLÁZAT.

Anódmassza minta sorszáma	Benzollal kioldott kötőanyag lepirólási termékei a bémérés %-ában					Benzollal kioldott kötő anyag koksamaradványa %	Benzollal kioldott anódmassza koks örleményének fajlagos vill. ellenállása Ohm mm <sup>2</sup> /m	Szénsalak képződés g/kg Al fém	Anódmassza fogyasztás g/kg Al fém
	110°C	170°C	230°C	270°C	360°C				
	hőmérsékletig átmennő rész								
6.	0,0	0,0	0,1	0,3	15,40	27,2	801 0,6 mm-es szemcsékkel mérve	26,9	559
5.	0,0	1,1	1,4	0,6	13,2	30,5	650 0,6 mm-es szemcsékkel mérve	6,7	513
3.	0,0	0,0	2,2	1,4	11,6	—	630 0,6 mm-es szemcsékkel mérve	11,7	459

Szurok-kokszból és hazai kőszén-szurokból alábbi összetételű anódmassza készült a Műszérintermelő Vállalat üzemében:

Száraz szurok-koksz örlemény . . . . .	72 súly%
Hazai kőszén-szurok . . . . .	28 súly%

Száraz szurok-koksz örlemény szemnagysági összetétele:

1,5 mm felett: . . . . .	22,6%
1,0 mm felett . . . . .	10,5%
0,6 mm felett . . . . .	6,3%
0,3 mm felett . . . . .	5,2%
0,2 mm felett . . . . .	5,0%
0,1 mm felett . . . . .	17,1%
0,06 mm felett . . . . .	14,2%
0,06 mm felett . . . . .	19,1%
Összesen . . . . .	100%

Litersúlya . . . . .	1360 g/l
Sűrűsége (további aprítás nélkül mérve) . . . . .	1,90 g/c <sup>3</sup>
Hézagterfogata . . . . .	27,5 %

Az ismertetett, kikísérletezett összetételű anódmassza 4 hónapos üzemszerű felhasználása a tatabányai alumíniumkohóban kifogástalan használhatóság mellett 2,1% Al-fémre számított szénsalakképződést mutatott, ami a jóminőségű masszakkal egyértékű eredmény és egyúttal bizonyítéka a szemnagysági összetétel döntő befolyásának.

## ÖSSZEFOGLALÁS.

Az alkalmazott vizsgálati módszerek leírása, kritikai értékelésük és több anódmassza vizsgálati eredményeinek közlése után ezeknek az üzemi használhatósággal való kapcsolata képezte a vizsgálatok tárgyát.

Megállapítható volt, hogy a finom, 0,2 mm-nél apróbb szemnagyság osztálynak 60—50 súlyszázaléknyi mennyisége jó üzemi tulajdonságokkal rendelkező anódmassza koksörleményében feltétlenül szükséges éppen úgy, mint a hézag-terfogatót teljesen kitöltő kötőanyagtartalom. E megállapításokat nagyüzemi kísérleti eredmények teljesen igazolták.



## IRODALOM.

1. Det Norske Aktieselskab for Elektrokemisk Industri: Vizsgálati előírások Söderberg elektróda masszához.
2. Dr. Lányi, Várhelyi, Zajky: Anódmassza kihevítő kemence. Kohászati Lapok, 1951. november.
3. Bjelajev: Könnyűfémek kohászata, 1950. Magyar fordítás, 158. old.
4. Bjelajev: Könnyűfémek kohászata, 1950. Magyar fordítás, 242. old.
5. M. S. Maximenko, M. S. Vavilov: Cvetnije Metalli, 1939. VIII.
6. Dr. Papp E. — Romwalter A., Antonescu A., dr. Holló M.: Szenek oxidálhatóságának vizsgálata különös tekintettel az anódszenekre. Kohászati Lapok, 1951 I., II.
7. Norvég szabadalom, 50245. sz., 1932. II. 22.

## A huzalhúzásnál alkalmazandó optimális húzóképrofilok

HAIDEGGER ERNŐ

Оптимильные профили протяжных камер при применении при протяжке проволоки.

Über den beim Drahtziehen verwendbaren optimalen Ziehstein Profilen.

Best dyes profiles applied by wire drawing.

A huzalhúzásnál állandó térfogat szerepel, csupán a húzás utáni keresztmetszet csökken oly mértékben, amennyivel a huzal hosszsága növekedett. Ennél a műveletnél a húzóerőnek kétszeres súrlódást, vagyis az anyag belső és külső súrlódását kell legyőznie. A belső súrlódást a belső részecskéknek az alakváltozással elengedhetetlenül együttjáró ú. n. elmozdulása idézi elő. Az alakváltozások eredményeképpen fellépő megszilárdulás is ennek a következménye. A külső súrlódás — mely alatt a huzal és szerszám felülete közötti súrlódás értendő — általunk változtatható tényezőkkel befolyásolható. Ezek: keresztmetszetcsökkenés (redukció), húzási sebesség, a szerszám profilja és felülete, kenőanyag minősége s a húzási hőmérséklet.

A húzóerőszükségletet meghatározó képletekben e tényezők mind szerepelnek. A gyakorlatban legjobban megfelelő, dr. Geleji prof. által felállított képlet szerint a húzóerő, vagy  $Z = k(F + Q_u)$ , ahol  $F$  a keresztmetszetcsökkenést, vagyis  $f_1 - f_2$ , a  $Q$  a húzóüreg dolgozó felületét  $Q = \frac{F}{\sin \alpha}$ ,  $\alpha$  pedig a szerszám behúzó szögének a felét, míg  $k$  a közepes alakítási tényezőt jelenti. A kenőanyagnak a húzóerőszükségletre gyakorolt hatása a  $\mu$  ú. n. súrlódási tényezőben jut kifejezésre, mely a húzóüreg, a huzal és a kenőanyag minőségétől függ.

Fenti húzóerőre kihatással lévő tényezőket két csoportra oszthatjuk:

- a) Melyek változása csak bizonyos korlátok között észszerű, pl. a redukció és a húzási sebesség. Nagy redukció nagy húzóerőt igényel, viszont nem szabad olyan nagy redukciót alkalmazni, melyhez szükséges húzóerő az anyag szakítószilárdságát meghaladja. Ezzel ellentétben túlságosan kis redukció alkalmazása, bár alacsony erőszükségletet igényel, azért nem gazdaságos, mert egyrészt a végméret elérése céljából több húzási műveletet kell beiktatni, másrészt alacsonyabb redukció esetén az alakváltozási hatások

( $\eta = \frac{\text{a veszteségmentes alakításhoz szükséges húzóerő}}{\text{a valóban igényelt húzóerő}}$ ) is alacsonyabb.

A húzási sebesség növelése a húzóerőszükségletet csökkenti és rövid gyakorlatom alatt arról győződhettem meg, hogy nagy húzási sebesség nem okoz gyors kőkopást. Felső maximumként a rúgós dörzskapcsolók nagyobb sebesség esetén való hibásodásából — gondolkodok e helyen főleg a behúzási nehézségekre, melyek sebességátkapcsolás révén csökkenthetők — kifolyó nehézségek miatt kb. 450—600 m/perc sebesség szerepel.

Észszerű tehát mind gépkapacitásunk jobb kihasználása, mind az alakváltozási hatások növelése érdekében a lehető legnagyobb húzási sebességet alkalmazni.

- b) A második csoportba tartozó (kenőanyag, húzási hőmérséklet, képrofil és felület) tényezőket tetszés szerint változtathatjuk, csökkentett húzóerő elérése érdekében.

A kenőanyag szerepe az, hogy jó hűtést biztosítson, valamint a külső súrlódást a minimumra csökkentse azáltal, hogy az anyag felületét a húzóüregben is egy pár  $m \cdot \mu$  vastag réteggel bevonja. Nagy húzósebesség esetén fellépő kisebb erőszükséglet annak tulajdonítható, hogy ily esetben a huzal több kenőanyagot visz magával a húzóüregbe. Kenőanyagok szempontjából megkülönböztethetünk száraz és nedves húzást. Az előbbinél a szerszám előtt lévő tartályban szobahőmérsékleten szilárd halmazállapotú kenőanyag biztosítja a kenést, míg az utóbbi esetén ezt a szerepet a szerszám és a huzal körül keringő vízes emulzió tölti be.

A gyakorlatban használt kenőanyagfajták az alábbiak:

1. Zsírozott olajok (faggyú).
2. Szappan-olaj keverék.
3. Ásványolajkeverékek.
4. Szappan- és zsírkeverék vagy tisztán, vagy mint emulzió.
5. Száraz szappanpor.
6. Lágy fémréteg pl. Cu, Pb, Zn, Sn.
7. Egyéb nemfémes anyagok, mint pl. a grafit, s a mész. Köztudomású dolog, hogy a vastag méreten történő húzások nagyrészt szárazon, míg vékony anyagok húzása nedvesen megy végbe. Ez utóbbinál a hűtés sokkal kielégítőbb és így nagyobb húzási sebesség alkalmazható. Vastagméretű réz és sárgaréz anyagoknál zsírozott olajokat, alumíniumhuzaloknál



ásványolajokat és vashuzalok húzásánál száraz szappant, ill. mészpor kenőanyagokat használunk. A finom méreteknél fenti indok miatt a nedves húzás sokkal inkább elterjedt. Rendkívül fontos a húzóerő-szükséglet szempontjából, hogy a kenőanyag hogy és milyen mennyiségben oszlik el az anyag felületén.

A kenőanyagnak nyomás révén, a huzal felületén történő elhelyezésével kapcsolatban végezett kísérletek azzal az érdekes eredménnyel jártak, hogy a húzásnak a húzókörre vonatkoztatott erőszükséglete 13,6–15,4%-kal csökkent. A kísérleteket oly módon folytatták le, hogy a kenőanyag és a húzókö közé két-három db., a huzal keresztmetszetével teljesen azonos lyukbőségű ú. n. kenőhüvelyt helyeztek, melyek vastagabb és tömörebb kenőfilmet hoztak létre. Az ily módon mért erő a kenőhüvely sűrűdésének legyőzéséhez szükséges erőt is tartalmazza, — mely nem más, mint a nyomás alatti kenés erőszükséglete — és ez nagyobb, mintha csak a húzókövön húznánk át az anyagot. Így érthető, hogy fentiekben miért alkalmaztam a „húzóköre vonatkoztatott erőszükséglet-csökkentés” kifejezést. Ezen elméletinek mondható eredmények mégis azzal a gyakorlati sikerrel jártak, hogy felismerve a tömör kenőfilm jelentőségét, igyekeztek ezt egyéb tényezők segítségével, pl. ideális húzási hőmérséklet alkalmazásával létrehozni.

Az erőszükséglet és húzási hőmérséklet közti összefüggés vizsgálata azt eredményezte, hogy magasabb hőmérséklet esetén az alakváltozási hatások nagyobbak voltak. Ennek elméleti oka a jobb kenőfilm létrehozatala, mely a külső sűrűdést csökkenti. Tekintettel arra, hogy a húzási sebesség növeledésekor fellépő alakváltozási hatások növelésének az indító oka a fentiekkel azonos, a húzási hőmérséklet növelésének a gyakorlatban szintén kis jelentősége van. A húzási hőmérséklet felső és egyben optimális határa 150–170°. A kenőanyagok viszkozitása ennél magasabb hőfokon oly alacsony, hogy híg folyóságuk következtében a zárt kenőfilm megszakad és a huzal, valamint a szerszám közötti sűrűdés nagymértékben nő.

Magas hőmérsékleten végbemenő, vagyis ú. n. meleghúzásoknak ott van jelentősége, ahol a lehúzendó anyag szilárdsági tulajdonságai miatt a húzás kis sebességgel történik. Példaképpen megemlítem a rádiócsőgyártásnál használatos 30% Cr tartalmú huzalok előállítását. A meleghengerről és lágyítások folyamán a huzal felületét passzíválódt krómre borítja be, mely göcszerűen a kőbe beragadva az anyagot karcolja. A megnövekedett húzóerő végül túllépi a huzal szakítószilárdságát és az anyag elszakad. Fentieket elkerülendő a huzalt ólmozzák. Ez történhet vagy ólomfürdőbe való helyezéssel, vagy a szerszám előtt elhelyezett ólomfürdőn való áthúzás révén. A követ mesterségesen kell melegíteni, hogy hőfoka kb. 210° C legyen. Kenőanyagként pehelygráfit alkalmazandó, viszont alacsonyabb húzási hőmérséklet esetén, melyet a sűrűdés révén felszabaduló hőmennyiségekkel el lehet érni (kb. 130° C) a szappanpor-kenés is megfelel.

A huzalhúzókö magból és az ezt körülvevő foglalatból áll, mely utóbbinak anyaga sárgaréz. A kő anyaga legyen gyémánt, ill. widia. Az előzőt általá-

ban kisebb méreteknél, az utóbbit 1 mm felett használják. A kő anyagának a lehető legkeményebbnek kell lennie, ami érthető is, egyrészt, mert a kő — mely tulajdonképpen az alakváltozás mérvét biztosítja — kisebb mértékű kopása esetén hosszabb ideig rendelkezik azonos mérettel, másrészt az alakváltozási hatások is kielégítőbb.

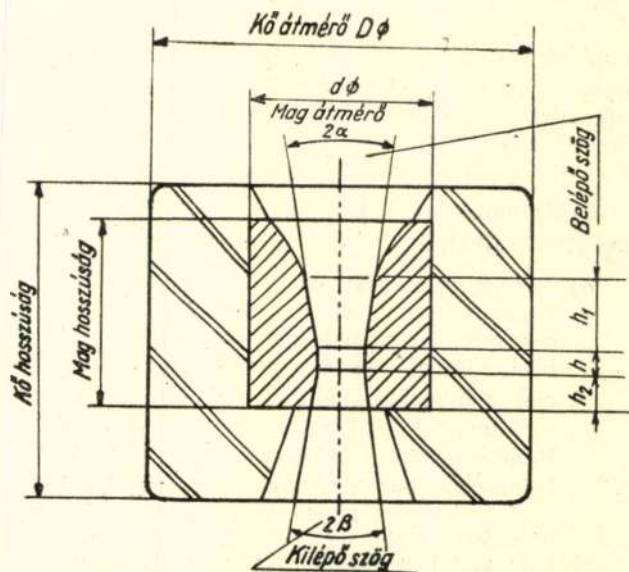
A gyémántkőben finom furattal ellátott nyers gyémántmag van. Minél nagyobb a gyémánt, annál hosszabb a kő élettartama, t. i. annál nagyobb méretre, ill. méretekre lehet a magot felcsiszolni. A gyémántok színe után azok tartósságára következtetni nem lehet, kivéve a barnaszínű dél-afrikai gyémántot, amely túlságos ridegsége miatt könnyen eltörik.

A keményfémkövek feloszthatók telítetlen, ill. telítettekre. A telítetlen wolframkarbidköveket öntéssel állítják elő. Ez tartalmaz  $W_2C$ ,  $Mo_2C$  mellett Cr, Ti, Na, Zr, Fe, Co, Ni ötvöző fémeket. A telített keményfémek, melyek zsugorítással készülnek, fenti elemek karbidjait az alábbi molekuláris kötésekben tartalmazzák: WC, TiC, TaC, MoC. A jelenlévő Fe, Co és Ni ötvözők mindkét esetben az alacsony olvadáspontú kötőanyag szerepét töltik be. Hőkezelésnek sem az előbbieket, sem az utóbbiakat nem vethetők alá. A kőben csiszolás, ill. köszörülés révén keletkezett üreget vagyis koprofilit — melynek előállításával a továbbiakban bőven foglalkozom — az alábbi tényezők határozzák meg:

- a) kő átmérő „d”,
- b) a húzóréssz nyílásszöge, vagyis a behúzószög „2α”,
- c) hengeres, vagy párhuzamos húzófelület hossz „h”. Leggyakrabban a  $h/d$  viszonyszámot szokták megadni.

Egyéb tényezők, melyek fentiekkel ellentétben a kő élettartamát és a húzóerőszükségletet csak minimális mértékben befolyásolják, az 1. számú ábrán láthatók.

A húzóüreg elkészítése úgy történik, hogy a követ köcsiszológépre méh- vagy pecsétvasz segítségével centrálisan leragasztják. A forgásban lévő kőre



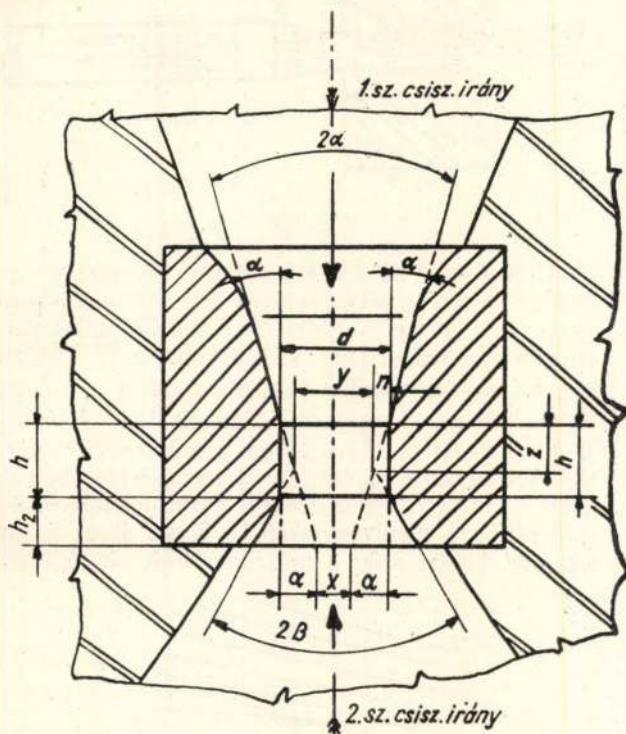
1. ábra.



merőlegesen egy tűske végez ki- és belépő mozgást, melynek csiszolómasszával bekent hegye csiszolja ki a kő üregét. A csiszolómassza összetétele: 1 karát (0,2 kg) 200-as gyémánpornak 8 cm<sup>3</sup> olajjal alkotott szuszpenziója.

A végső profil három művelet segítségével alakítható ki:

1. Fúrás, vagy köszörülés, a huzal belépő oldaláról (előlről).
2. Fúrás, vagy köszörülés, a huzal kilépő oldaláról (hátról).
3. A cilindrikus húzófelület kicsiszolása.



2. ábra.

1. A követ először ki kell fúrni, egy tűvel, melynek szöge a szerszám húzószögével ( $2\alpha$ ) egyenlő. A művelet mindaddig folytatandó, míg a kő kilépő oldalán keletkezett lyukátmérő  $X$ -szel egyenlő. Az előbbiekben ismertetett három tényezőt ( $d$ ,  $h$ ,  $2\alpha$ ), melyek különböző anyagoknál és méreteknél mások és mások — elérendő, az alábbi számítás eszközölhető:

$$\begin{aligned} d &= x + 2a \\ x &= d - 2a \\ \operatorname{tg} \alpha &= \frac{a}{b + b_2} \\ a &= (h + h_2) \cdot \operatorname{tg} \alpha \\ x &= d - 2(h + h_2) \cdot \operatorname{tg} \alpha \end{aligned}$$

$X$ -et a kívánt értékek behelyettesítése révén megkapjuk.

2. Következő műveletnél a csiszolást a húzási iránnyal ellenkező oldalról végezzük, oly tűvel, melynek szöge a szerszám kilépő szöge ( $2\alpha$ ) mindaddig, míg lágy alumíniumhuzal áthúzásával megállapítható, hogy az ellenirányú csiszolások révén az üregben keletkezett legkisebb keresztmetszet  $Y$ -nal egyenlő.

$$d = y + 2n$$

$$y = d - 2n$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{n}{Z}$$

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{n}{b - Z}$$

a felső egyenletből a „ $Z$ ”-t kifejezve és az alsóba behelyettesítve:

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{n}{b - \frac{n}{\operatorname{tg} \alpha}}$$

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{n \cdot \operatorname{tg} \alpha}{b \cdot \operatorname{tg} \alpha - n}$$

$$b \cdot \operatorname{tg} \alpha \cdot \operatorname{tg} \beta - n \cdot \operatorname{tg} \beta = n \cdot \operatorname{tg} \alpha$$

$$b \cdot \operatorname{tg} \alpha \cdot \operatorname{tg} \beta = n (\operatorname{tg} \alpha + \operatorname{tg} \beta)$$

$$n = b \cdot \frac{\operatorname{tg} \alpha \cdot \operatorname{tg} \beta}{\operatorname{tg} \alpha + \operatorname{tg} \beta}$$

$$y = d - 2b \cdot \frac{\operatorname{tg} \alpha \cdot \operatorname{tg} \beta}{\operatorname{tg} \alpha + \operatorname{tg} \beta}$$

3. A cilindrikus húzófelület biztosítása oly tűvel történik, melynek átmérője a kívánt  $d$ -vel megegyezik. A belépési görbület és a kilépő sugár csiszolása úgy mehet végbe, hogy a követ befogófejben lerögzítetten forgatják és laposfogóval gyémánt darabot szorítanak a kő üregéhez mindaddig, amíg a kívánt görbületet el nem érik.

Az ezt követő durva fényesítés, mely az előbbiekben ismertetett csiszolómassza és hegyes keményfapálcika segítségével történik, azt a célt szolgálja, hogy a húzókövekben maradt éleket eltüntesse és a felületeket simává tegye.

Az utolsó művelet az új. n. finom fényesítés, amikoris a 2 mikron szemcsenagyságú gyémánpor olajos szuszpenziójával és puhafával, ill. puhafára tekert selyempapír segítségével tesszük a felületet tükörsimává.

Használat közben a kőüreg azon részei, melyek a huzal-keresztmetszet csökkentését, ill. nyújtását végzik, erősen kopnak. A húzószög és a kő kopása az anyag átmérőjét növeli, ez felülethossz változásokat is okoz. Tehát a kő profilja változást szenvedett és ezért azt a nagyobb átmérőre vonatkoztatott optimális profilra kell csiszolni. Amennyiben csak kismérvű kopás következett be, úgy elegendő a regenerálást a durva polírozással kezdeni. Ha a kőkopás az előzőekben vázolt méretváltozást eléri, úgy az üregnek teljes átciszolása válik szükségessé. Ezt is a behúzási szög irányában kezdik és érthető, hogy bizonyos csiszolás után a cilindrikus húzófelület helyett az üregben csak kónuszos felületek szerepelnek.

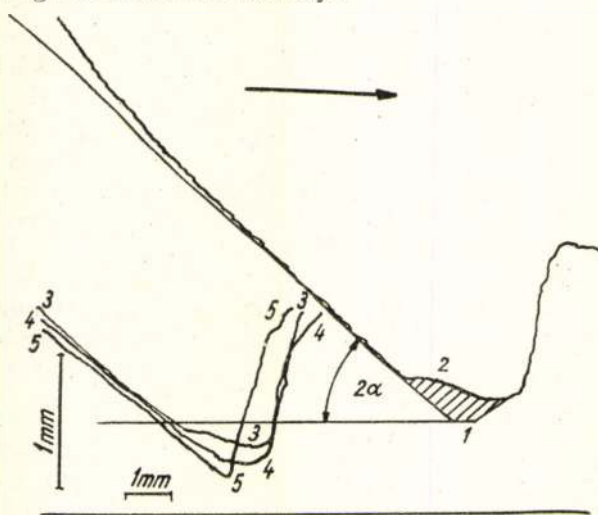
A helyes „ $y$ ” érték elérése érdekében a kilépési szög irányában folytatjuk a csiszolást, majd az előbbiekben ismertetett műveleteket végezzük az anyaggal.

A húzókövek húzás közbeni profilváltozásainak identifikálása az 1941. évekig gyermekcipőben járt. Az elmúlt évtizedben az optikai mérőműszerek nagymérvű fejlődése következtében az alábbi négy vizsgálati módszer fejlődött ki: a) lenyomat készítés, b) tapogató eljárás, c) fénytörési jelenségen alapuló eljárás, d) a huzal „fejdarab” mérése.



a) A húzókö-profil megállapítható oly módon, hogy az üreget valamilyen plasztikus anyaggal tömjük be, vagy alacsony olvadáspontú fémme (50% Bi, 25% Pb és 25% Sn, o. p.  $86^{\circ}\text{C}$ ) öntjük ki. Természetes, hogy a szilárdulás után kihúzott anyag csak az üregnek — a kihúzási iránynak megfelelő — a tetejétől a legkeskenyebb átmérőig terjedő részéről nyújt felvilágosítást. A kö alsó részéről kihúzott mintadarab a profil másik részét teszi a vizsgáló számára láthatóvá. Nagy gyakorlatot igényel a két mintadarab helyes összeillesztése.

b) A tapogató eljárás lényege, hogy 1. a mikroszkóp tárgy-asztala alatt elhelyezett huzal végén lévő mérőgömböt a húzókö üregébe helyezzük. A mikroszkópon keresztül történő észleléssel, valamint a kö elmozdítása révén a gömböt a kö falához érintjük, majd a tárgyasztalt ugyanazon síkban oldalirányban elmozdítjuk mindaddig, míg a mérőgömb az ellenkező oldalon a köfalat érinti. A kapott értéket grafikonra vetítjük, majd a síknak szükség szerinti változtatásával a mérést és a kivetítést mindaddig folytatjuk, míg a köprofilról teljes felvilágítást nem nyerünk. Ennek változata az a berendezés, mikor a mérőtű kilengését optikai úton erősen felnagyítják és ezt fényérzékeny lemezen rögzítik. Az így nyert görbe a húzókö hosszmetsetét ábrázolja:



3. ábra.

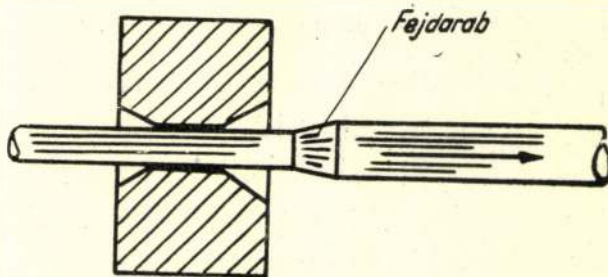
3,5 mm-es vid'akó üregének hosszmetsete:

1. eredeti állapotú profil,
2. kikopott állapotú profil,
3. 10'-es csiszolás utáni profil,
4. 20'-es csiszolás utáni profil,
5. 50'-es csiszolás utáni profil.

c) A húzószögnek fénytörés jelenségén történő mérése az eddigi eljárások közül a legfontosabbnak bizonyult, ennek gyors keresztülvitele és az egész cilindrikus részre vonatkozó részletes felvilágosítása miatt. Párhuzamos fénynyalábot vetítenek a húzókövön keresztül a belépési oldalon, mikor a cilindrikus felületen megtört fénysugarak az üregből kilépve keresztezik egymást. A kö mögött két ernyő van és az ernyőkön a sugárnyalábok, valamint a két ernyőnek egymástól való távolsága révén a behúzószög megállapítható. Ezen elv alapján megszerkesztették az ú. n. „Alfaméter“ készüléket. A műszer hátránya,

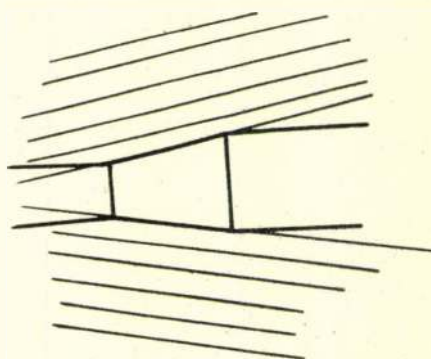
hogy cilindrikus felülethossz mérésére felhasználni nem lehet.

d) Ezzel az eljárással kapott értékek üzemi vonatkozásban a kívánalmakat 100%-ig kielégítik és nagy előnyük, hogy a mérés gyorsan megy végbe. A húzókö kónuszos része által a huzal felületén annak lenyomata az ú. n. „fej“ képződik (l. 4. sz. ábra), melyet a köből a húzással ellenkező irányban eltávolítottunk és ezt tesszük vizsgálat tárgyává.



4. ábra.

A húzószög mérésére alkalmas berendezés egy három revolveres mikroszkópból áll, melynek szemlencséje helyén van a szögmérő. A lencsében két párhuzamos mérővonalakkal ellátott sík nyer elhelyezést, melynek egymáshoz való elforgatását a műszer oldalán elhelyezett csavarral biztosíthatjuk. A vonalak által bezárt szög nagysága a műszeren leolvasható. A tárgyasztalra elhelyezett huzal fejdarabjának éléhez — mely a behúzószögről nyújt felvilágosítást — illesztjük a mérővonalakat (l. 5. sz. ábra) és az ezek által bezárt szög a műszeren leolvasható.



5. ábra.

A cilindrikus felület hosszát úgy mérjük, hogy a köben lévő huzalt a húzási irányral ellenkező oldalról pár csepp savval megmaratjuk. A kihúzott huzalon a kónuszos húzófelület végpontja, valamint a maratás kezdőpontja közötti távolság a cilindrikus felület-hossz, mely a mikroszkóp milliméter skálája segítségével mérhető. A mikroszkóp egyébként egy mikrométer okulár berendezéssel is ellátható és e révén a huzalátmérők  $\pm 0.002\text{ mm}$  pontossággal meghatározhatók. A mérési határ 12 mm-től 0.03 mm Ø-jű kövekig terjed.

A kö üregét a leggondosabb csiszolásnak kell alávetni, hogy a súrlódás minimális legyen, mely mind a kö élettartamát, mind a húzóerőszükségletet nagy mértékben befolyásolja. A widiakövek fúrása, csiszolása borkarbáddal ( $\text{B}_6\text{C}$ ), szabályozható nyomású gépeken megy végbe. A fúró- és csiszolókö



pontos szög méretre köszörülése kónusztű köszörűgépén történik.

A húzókö hosszú élettartamát, valamint az optimális erőszükségletet, a huzal keménységétől, a redukciótól és az előbbiekben vázolt tényezőktől függetlenül akkor lehet biztosítani, ha: 1. az alapanyag hibamentes, 2. a köprofil megfelelő.

1. Az alapanyag hibamentességének biztosítása nem a kő felhasználó, hanem az azt gyártó cégektől függ. Az első lépés természetesen az, hogy csak megfelelő anyagot szabad feldolgozni. Utalok e helyen pl.: a túl kis magméret következményére, amikor egy, a húzás közbeni saroklepattozás az anyag teljes elrepedését vonja maga után.

2. A köprofil elsőleges tényezői, melyek a kő élettartamát biztosítják: a kónuszos húzófelület hossz ( $h_1$ ) cilindrikus felülethossza ( $h$ ) és a behúzószög ( $2\alpha$ ).

A kónuszos felülethossznak csak alsó határa van azért, mert ennek túlságosan rövid volta esetén a huzal keresztmetszet csökkenése a kő elején lévő nagy nyílásszögű (kb.  $60^\circ$ ) kenőrésszben menne végbe. Ez utóbbinak az a rendeltetése, hogy a kenést egyenletessé tegye azáltal, hogy a huzal felületén levő, felesleges kenőanyagot összegyűjtse és akkor adagolja, amikor a huzal kevés kenőanyaggal rendelkezik. A kónuszos húzófelület teljes és jó kihasználása akkor van folyamatban, amikor ennek egész felületére a huzal nyomást gyakorol, mely nagy redukció esetén áll fenn. Kis redukció alkalmazásakor a nyomás csak a kő-

ményeznek, vagyis az anyagra oly káros belső feszültségek mérve nagyobb lesz. Ideális redukciók lágyhuzalok esetén 20–40%, félkeményeknél 15–30% és keményhuzaloknál 10–20%, természetesen csak akkor, ha fenti redukciók eléréséhez szükséges húzóerő az anyag szakítószilárdságát megközelíti, de nem haladja túl.

A cilindrikus húzó felülethossza és a behúzószög nyílásszöge a lehúzó anyag minőségének és átmérőjének függvénye. Általános szabály, hogy

a) keményebb fémek esetén — kisebb behúzószög — nagy cilindrikus húzófelület,

b) lágyabb fémek esetén — nagyobb behúzószög — kis cilindrikus húzófelület alkalmazandó. Vas- és acélhuzaloknál általában  $12^\circ$ , alumíniumnál  $20^\circ$ , réznél  $18^\circ$ , sárgaréznél  $16^\circ$  és bronzhuzaloknál  $14^\circ$ -os behúzószög optimális.

Az alábbi táblázatban a Stellram AG által gyártott anyagcsoportokra, száraz, ill. nedves húzásra, átmérőre vonatkoztatott optimális behúzószög, valamint  $h/d$  viszonyszámok és az átmérőhatárok középpontjára vonatkoztatott  $h$  értékek találhatók.

Fenti rövid tanulmányt főként irodalmi és csak kismértékű gyakorlati adatok alapján azért állítottam össze, hogy felhívjam a figyelmet a probléma komoly jelentőségére, mellyel szemben bizonyos mérvű mostoha bánásmódot és az érdeklődésnek komoly hiányát tapasztaltam. Sajnálatos módon kísérleteket végezni — köprofil változást identifikáló műszer és dinamométer hiánya miatt — nem állott módomban

Átmérő m/m-ben	V A S						A C É L						Alumínium			Réz			Sárgarézt			Bronz		
	Nedves húzás			Szappanpor kenés			Nedves húzás			Szappanpor kenés														
	$2\alpha$	$h/d$	$h$	$2\alpha$	$h/d$	$h$	$2\alpha$	$h/d$	$h$	$2\alpha$	$h/d$	$h$	$2\alpha$	$h/d$	$h$	$2\alpha$	$h/d$	$h$	$2\alpha$	$h/d$	$h$	$2\alpha$	$h/d$	$h$
0.20—0.49	10	2/1	0.70	8	2/1	0.70	18	2/1	0.70	8	2/1	0.70	20	2/1	0.70	18	2/1	0.70	12	2/1	0.70	10	2/1	0.70
0.50—0.99	10	2/1	1.50	8	3/2	1.12	18	3/2	1.12	8	2/1	1.50	20	3/2	1.12	18	3/2	1.12	12	3/2	1.12	10	2/1	1.50
1.00—1.49	10	3/2	1.88	8	1/1	1.25	16	1/1	1.25	8	3/2	1.88	20	3/2	1.88	18	3/2	1.88	12	3/2	1.88	10	3/2	1.88
1.50—1.90	10	1/1	1.75	8	3/4	1.31	14	1/1	1.75	8	1/1	1.75	20	1/1	1.75	18	1/1	1.75	14	1/1	1.75	10	1/1	1.75
2.00—2.49	12	1/1	2.25	10	1/2	1.12	12	3/4	1.70	10	1/2	1.12	20	1/1	2.25	18	3/4	1.70	14	3/4	1.70	12	1/1	2.25
2.50—2.99	12	3/4	2.06	10	1/2	1.38	12	3/4	2.06	10	1/2	1.38	20	3/4	2.06	18	3/4	2.06	14	3/4	2.06	12	3/4	2.06
3.00—3.99	14	3/4	2.63	12	1/3	1.16	14	3/4	2.63	12	1/3	1.16	20	3/4	2.63	18	3/4	2.63	16	3/4	2.63	14	3/4	2.63
4.00—4.99	16	1/2	2.25	14	1/3	1.50	16	3/4	3.36	14	1/3	1.50	22	1/2	2.25	20	1/2	2.25	18	3/4	3.36	16	3/4	3.36
5.00—5.99	18	1/2	2.75	16	1/3	1.84	18	1/2	2.75	16	1/3	1.84	22	1/2	2.75	20	1/2	2.75	18	1/2	2.75	16	1/2	2.75
6.00—6.99	20	1/3	2.17	18	1/4	1.63	20	1/2	3.25	18	1/4	1.63	22	1/2	3.25	20	1/2	3.25	20	1/2	3.25	18	1/2	3.25
7.00—7.99	20	1/3	2.50	18	1/4	1.88	20	1/3	2.50	18	1/4	1.88	24	1/4	1.88	22	1/3	2.50	20	1/3	2.50	18	1/2	3.75
8.00—8.99	20	1/4	2.13	20	1/4	2.13	20	1/3	2.83	18	1/4	2.13	24	1/4	2.13	22	1/4	2.13	20	1/3	2.83	20	1/3	2.83
9.00—9.99	20	1/4	2.38	20	1/4	2.38	20	1/3	3.16	20	1/4	2.38	24	1/4	2.38	22	1/4	2.38	20	1/3	3.16	20	1/3	3.16
10.00—10.99	20	1/4	2.63	20	1/4	2.63	20	1/4	2.63	20	1/4	2.63	24	1/4	2.63	22	1/4	2.63	20	1/4	2.63	20	1/4	2.63
11.00—12.00	20	1/4	2.88	20	1/4	2.88	20	1/4	2.88	20	1/4	2.88	24	1/4	2.88	22	1/4	2.88	20	1/4	2.88	20	1/4	2.88

nusz alsó részére koncentrálódik, ahol is a kónusz gyűrűsen kikopik, sőt a furat körkeresztmetszetét is elveszti. Ez káros az anyagra is, szem előtt tartva azt a tényt, hogy a huzal keresztmetszetére vonatkoztatott alakváltozás egyenlőtlen, u. i. a nyúlás alkalmával az anyag külső részecskéi a belsőkhöz viszonyítva lemaradnak.

Kiseb redukciók egyetlenebb alakváltozást ered-

és így kényszerülve voltam külföldi irodalmat a fenti cél érdekében felhasználni. Biztos vagyok abban, hogy az ideális körülmények üzemszerű biztosítása esetén egyrészt szerszámfogyasztás csökkenés, másrészt az előzőnél jelentősebb energia és a méretnél hosszabb időn keresztül való biztosítása révén anyagmegtakarítás fog fellépni, mely tényezők a rentábilis gyártás alapfeltételei.



## Színes- és könnyűfém-tuskók hengerlési szűrősterve

KÖVES ELEMÉR

Әлемер Кевеш:

### План укола валцовки

Цветно- и легкометаллических чушек. Счет сходных убываний, валцовочных длин и валцовочного времени. Сообщенные таблицы и диаграммы пригодные к разработке плана укола реверсивных двухвалковых и переподнимающих двухвалковых стеллагов прокатных станков.

Dipl. Ing. E. Köves

### Walz-Stichpläne von Schwer- und Leichtmetall Walzblöcken

Der Artikel gibt die Stiche beim Warmwalzen von Schwer- und Leichtmetall Walzblöcken und die damit erzielten Abnahmen, ausgewalzten Längen und Walzzeiten an.

Die Stichpläne bzw. die dazugehörenden Tabellen und Diagramme sind auf Duo-Reversierwalzwerk und Duo-Walzwerk mit Überhebetische ausgearbeitet.

Mint minden termelő munkánál, úgy a fémek hengerlésénél is arra kell törekedni, hogy azt minél racionálisabban végezzük, ami elsősorban abból áll, hogy a fémtesteket a rendelkezésre álló hengerállványon a lehető legrövidebb idő alatt, minél nagyobb mértékű fogyásokkal hengereljük le.

A fémtuskók előhengerlését általában melegen végezzük, mert melegen nemcsak nagyobb szűrások alkalmazhatók, hanem gyakorlatilag lényeges keménység sem áll be az anyagban.

A meleghengерлést áttemelőasztalos duó henger-állványon, ill. duó reverzáló hengerállványon általában 4—5 mm-ig végezzük. Folytatólagos meleg tandem hengersorokon a meleghengерлést még ennél vékonyabb méretekig is lehet folytatni.

A fémtuskók meleghengerlési szűrőrástervét először az alábbi vázlaton látható duó reverzáló hengerállványra szerkesztettük meg, mert ezen elég nagy tuskókat lehet 4–5 mm-re kihengerelni, mivel itt reverzálás folytán a kihengerelt hossz nincsen megkötve.

A következőkben a színesfémek közül a réz, a 63%-os sárgaréz ( $\alpha+\beta$ ) és a 72%-os sárgaréz ( $\alpha$ ), a könnyűfémek közül pedig a színalumínium, a dural

(Al-Cu-Mg) és az antikorrózió (Al-Mg-Si) tuskók melegehengerlési szűrőstervét ismertetem.

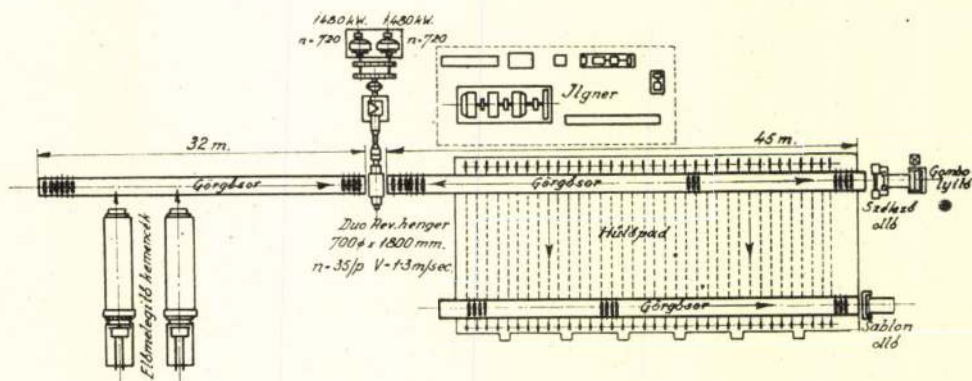
A szűrésterveket az alábbi táblázatban látható elméleti adatokra támaszkodva szerkesztettem meg. Megjegyzem azonban, hogy a szűrásoknál alkalmazott fogyásokkal általában az elméleti adatok alatt maradtam, úgyhogy ezáltal gyakorlatilag alkalmazható szűrésterveket kiegészítem megszerkeszteni.

A következő táblázat a színes- és könnyűfémtuskók meleghenglerlési és lágyítási hőmérsékleteit, továbbá a meleg- és hideghenglerlésnél alkalmazható fogványokat tünteti fel.

I. TÁBLÁZAT.

Anyag	Meleg- hengelési hőmérséklet C°	Lágyítási hőmérséklet C°	Keresztmetszet csökkenés %-ban		
			szűrőselekt		hidegen összesen
			melegen	hidegen	
63%-os sárgaréz ( $\alpha + \beta$ ) . . .	600—870	560—600	< 18	< 20	< 60
72%-os sárgaréz ( $\alpha$ ) . . . . .	820—870	620—640	< 18	< 20	< 60
Réz . . . . .	650—950	650—800	< 30	< 50	< 90
Alumínium . .	300—520	330—450	< 30	< 50	70—95
Dural (Al- Cu- Mg) . . . . .	360—460	330—370	kezdet- ben 3-5 majd 10—20	< 20	60—85
Antikorródal (Al-Mg-Si) . .	400—500	330—370	kezdet- ben 3-5, majd 20—25	< 25	60—85

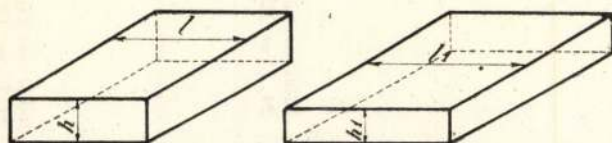
A duó reverzáló hengeralvány hengermérete  $700 \varnothing \times 1800$  mm, a hengerek fordulatszáma  $n = 35/\text{perc}$ , a hengerek sebessége, ill. a hengerlési sebesség pedig



1. ábra. Duó reverzáló hengerállvány elrendezési vázlata. A vázlaton látható két tuskóelőmelegítő kemence, a hengerállvány a pörgőállvánnyal, az egyenáramú meghajtó-motorok, az Igner-berendezés, három elektrogörgősor, egy hűtőpad, egy szélezőolló, egy sablonolló és egy meleggombolyító.



$$v = \frac{2r \pi}{60} = \frac{0,7 \times 3,14 \times 35}{60} = 1,3 \text{ m/sec}$$



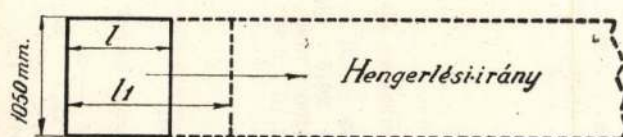
2. ábra. Hengerlési tuskó szűrés előtti és utáni vázlata.

A szűrésoknál alkalmazott fogyást ( $f$  %), a kihengerelt hosszat ( $l$  mm) és a hengerlési időt ( $i$  sec) a következő képletek alapján lehet kiszámítani:

$$f \% = \frac{b - b_1}{b} 100 \quad l_1 \text{ mm} = \frac{b}{b_1} l \quad i \text{ sec} = \frac{l_1}{v}$$

Hengerelendő tuskók méretei:

Réztuskó	$1050 \times 900 \times 180 \text{ mm} = 1510 \text{ kg}$
Sárgaréztuskó	$1050 \times 800 \times 80 \text{ mm} = 572 \text{ kg}$
Alumíniumtuskó	$1050 \times 800 \times 200 \text{ mm} = 455 \text{ kg}$
Duraltuskó	
Antikorródaltuskó	



3. ábra. Tuskóhosszabbodás vázlata.

Az alumíniumötvözetű tuskók meleghengerlésének első szűrésainál egész kis fogyásokat alkalmazunk, hogy ezáltal az aránylag durva, öntött szövetet a továbbiakban már könnyen alakíthatóvá tegyük. Mikor ezt néhány szűrés után már elértük, a hengerlést egyenletes maximális szűrésokkal végezzük tovább. Színfémekre és sárgarézekre ez általában nem áll, az első szűrésok fogyásait azonban itt is célszerű valamivel kisebbre választani és a maximális fogyásokat csak azután fokozatosan elérni.

II. táblázat. Réztuskó meleghengerlésének adatai.

III. táblázat. 72%-os és 63%-os sárgaréztuskó meleghengerlésének adatai.

IV. táblázat. Alumíniumtuskó meleghengerlésének adatai.

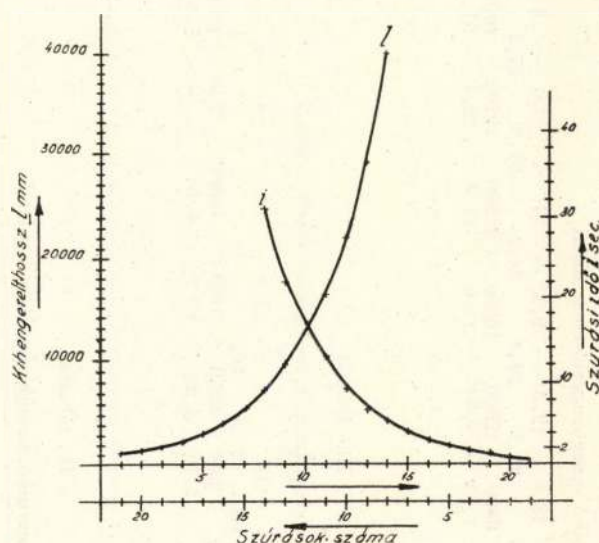
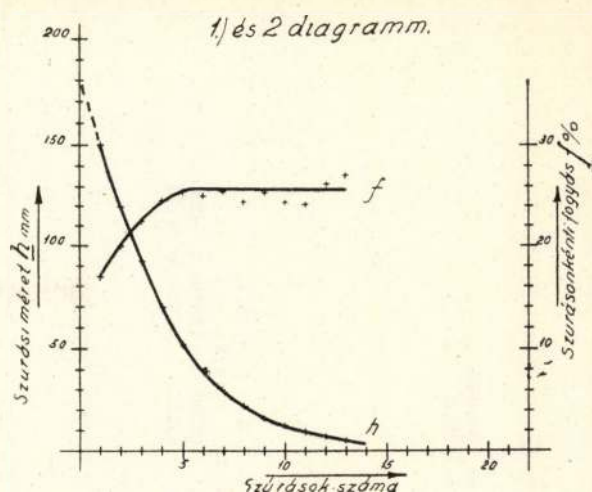
V. táblázat. Duraltuskó meleghengerlésének adatai.

VI. táblázat. Antikorródaltuskó meleghengerlésének adatai.

A táblázatokban foglalt adatokat szemléltetőbben mutatják az ezek alapján megszerkesztett diagrammok.

1. és 2. diagramm.

Réztuskó meleghengerlésénél alkalmazott szűrésokhoz tartozó kihengerelt vastagságok — hosszak, fogyások és hengerlési idők.



3. és 4. diagramm.

Sárgaréztuskó meleghengerlésénél alkalmazott szűrésokhoz tartozó kihengerelt vastagságok — hosszak, fogyások és hengerlési idők.

5. és 6. diagramm.

Alumíniumtuskó meleghengerlésénél alkalmazott szűrésokhoz tartozó kihengerelt vastagságok — hosszak, fogyások és hengerlési idők.

7. és 8. diagramm.

Duraltuskó meleghengerlésénél alkalmazott szűrésokhoz tartozó kihengerelt vastagságok — hosszak, fogyások és hengerlési idők.

9. és 10. diagramm.

Antikorródaltuskó meleghengerlésénél alkalmazott szűrésokhoz tartozó kihengerelt vastagságok — hosszak, fogyások és hengerlési idők.

A táblázatok és diagrammok alapján a továbbiakban kiszámíthatjuk a  $700 \varnothing \times 1800 \text{ mm}$  hengerlő méretű és  $v = 1,3 \text{ m/sec}$  hengerlési sebességű duo reverzáló hengerállvány teljesítményét a szóbanlévő réz-, sárgarézt-, alumínium-, durál- és antikorródaltuskók meleghengerlésére vonatkozóan.



## II. táblázat.

## Réztuskó meleghengergérsének adatai

h mm (180)	— 150 —	120 —	93 —	70 —	52 —	39 —	29 —	22 —	16,5 —	12,5 —	9,5 —	7 —	5,5 —	4
f %	16,6	20	22,5	24,7	25,7	25	25,6	24,2	25	24,2	24,1	26,2	21,5	27,2
l mm (900)	1080	1350	1740	2300	3100	4120	5550	7320	9800	12800	16900	22900	29200	40500 = 158,660
i sec	0,83	1,03	1,33	1,76	2,38	3,16	4,26	5,63	7,53	9,84	13,0	17,6	22,4	31,1 = 121,8

## III. táblázat

## 72%-os és 63%-os sárgaréztuskó meleghengergérsének adatai

h mm (80)	— 68 —	56,5 —	46,5 —	38,5 —	32 —	26,5 —	22,0 —	18 —	15 —	12,5 —	10,5 —	8,7 —	7,2 —	6 —	5
f %	15	16,9	17,8	12,2	16,9	17,2	17	18,1	16,8	16,8	16	17	17,2	16,7	16,8
l mm (800)	940	1130	1380	1670	2000	2420	2900	3550	4250	5100	6080	7350	8900	10700	12850 = 71220
i sec	0,72	0,87	1,06	1,28	1,53	1,86	,,23	2,70	3,26	3,92	4,67	5,65	6,84	8,23	9,88 = 54,73

## IV. táblázat.

## Alumíniumtuskó meleghengergérsének adatai

h mm (200)	— 170 —	136 —	102 —	77 —	56 —	41 —	30 —	22 —	16 —	12 —	9 —	7 —	5
f %	15	20	25	25	28	28	28	28	28	28	28	28	28
l mm (800)	940	1180	1580	2100	2900	3970	5450	10200	13600	18200	23300	32300	32200 = 123 470
i sec	0,72	0,91	1,22	1,61	2,22	3,05	4,20	5,75	7,85	10,4	14,0	18,0	34,7 = 94,63

## V. táblázat.

## Duraltuskó meleghengergérsének adatai

h mm (200)	— 193 —	186 —	176 —	165 —	151 —	132 —	112 —	93 —	76 —	61 —	49 —	39 —	31 —	25 —	20 —	16 —	12,5 —	10 —	8 —	6,3 —	5
f %	3,5	3,6	5,4	6,3	8,5	12,6	15,2	12	18,3	19,7	19,7	20,4	20,5	19,3	20	20	21,8	20	20	21	20
l mm (800)	935	865	910	970	1060	1210	1430	1720	2110	2620	3260	4100	5180	6400	8000	10000	12800	1600	2000	2540	3200 = 156 860
i sec	0,64	0,66	0,70	0,74	0,82	0,93	1,10	1,32	1,62	0,0	2,52	3,15	3,97	4,92	6,15	7,7	9,8	12,3	15,3	19,5	24,7 = 120,5

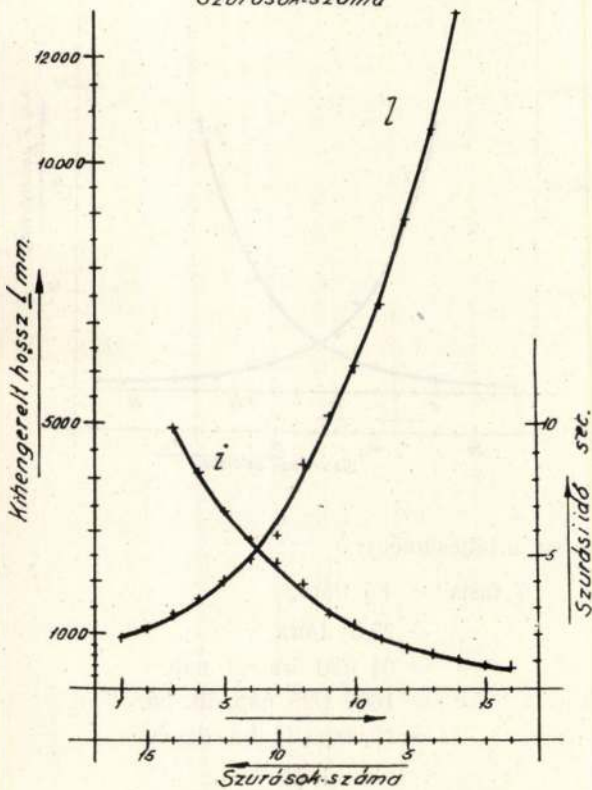
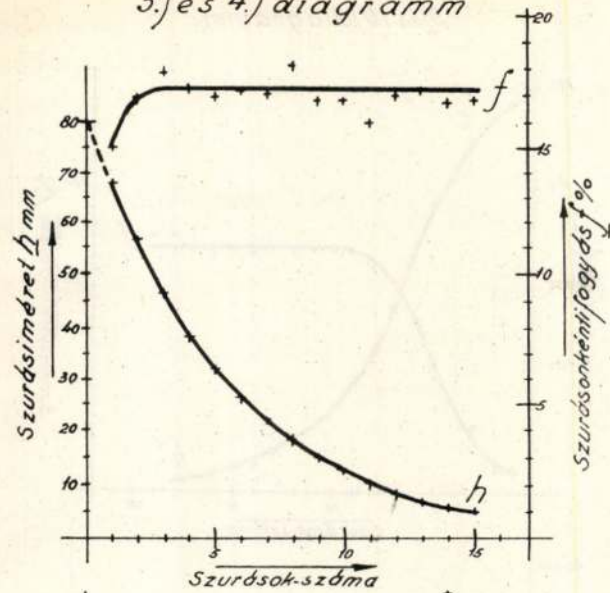
## VI. táblázat

## Antikorródaltuskó meleghengergérsének adatai

h mm (200)	— 193 —	185,5 —	174,5 —	160,5 —	141,5 —	116,5 —	91 —	69,5 —	53 —	40,5 —	31 —	23,5 —	18 —	13,7 —	10,5 —	8 —	6 —	4,5
f %	3,5	3,9	6	11,8	17,8	22	33,5	23,7	23,7	23,7	23,4	24,2	23,5	23,8	23,4	23,8	25	25
l mm (800)	835	865	920	1000	1120	1380	1770	2320	3040	4000	5210	6900	9000	11800	15400	20400	27000	36000 = 148 965
i sec	0,64	0,66	0,71	0,77	0,87	1,06	1,36	1,79	2,33	3,07	4,0	5,3	6,9	9,2	11,8	15,7	20,7	27,7 = 114,5



3.) és 4.) diagramm



Réztuskóból:

kihengerelt teljes hossz:  $l_1 + l_2 + l_3 \dots$   
 $1080 + 1350 + \dots = 158\,660 \text{ mm} = 158,6 \text{ m}$

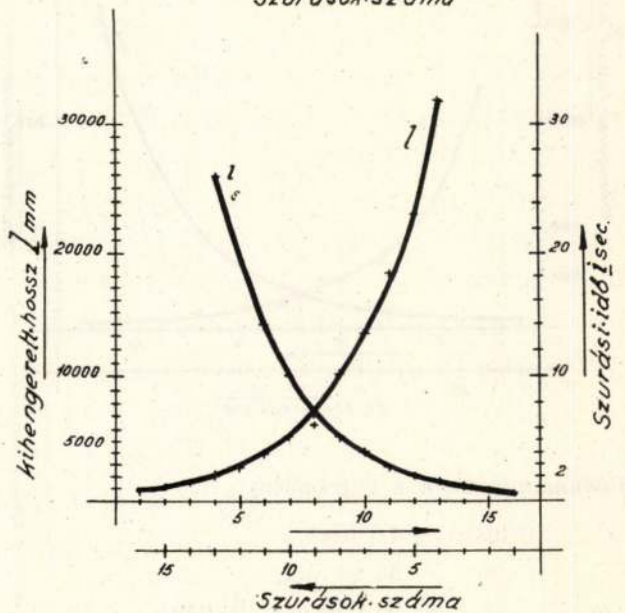
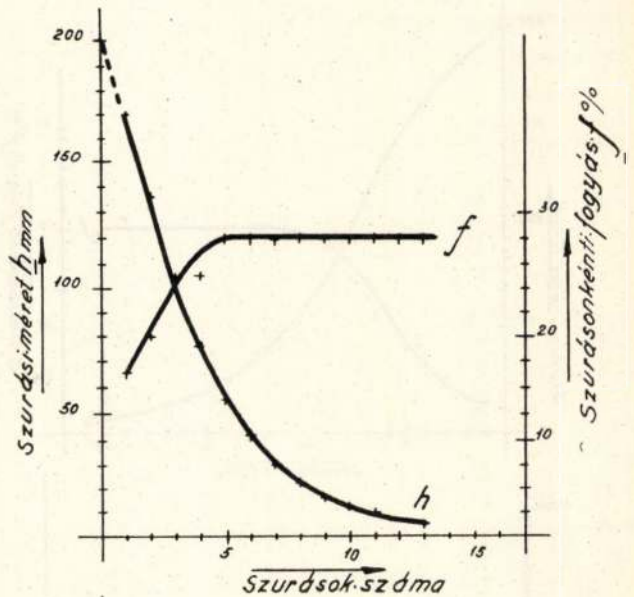
Egy tuskó tiszta hengerlési ideje:

$$\frac{1}{v} = \frac{158 \text{ m}}{1,3 \text{ m/sec}} = 122 \text{ sec}$$

Reverzálási idő: 10–20 sec.

Egy tuskó teljes hengerlési ideje:  $122 \text{ sec} + 13 \text{ rev} \times 20 \text{ sec} = 382 \text{ sec} = 6,3 \text{ perc.}$

5.) és 6.) diagramm



Teljesítmény

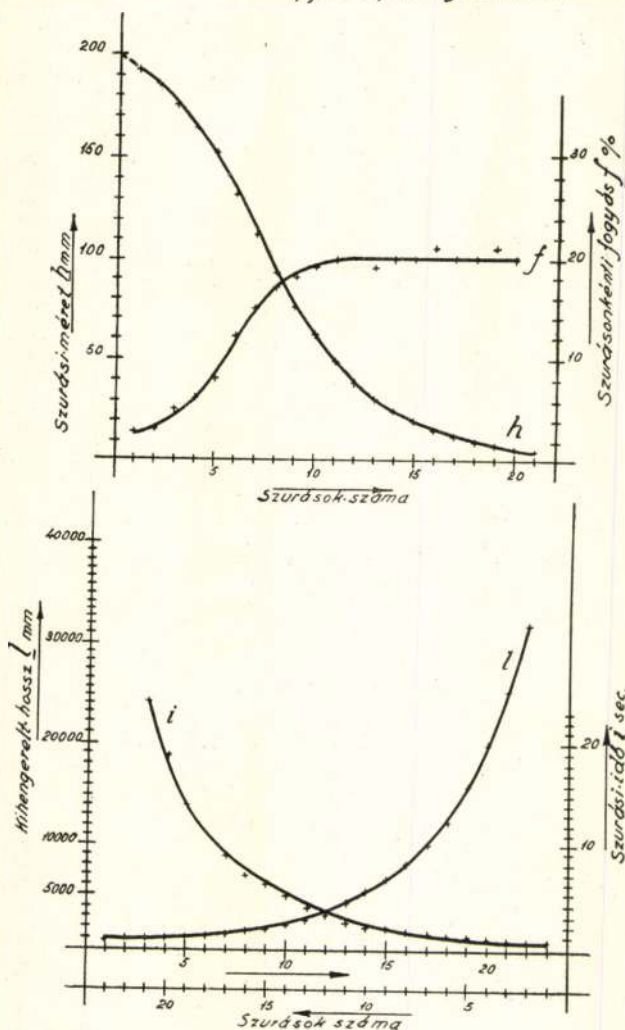
9 tuskó = 13,5 t/óra,  
 = 108 t/8 óra,  
 = 270 t/20 óra, ill. nap,  
 = 6750 t/25 nap, ill. hó,  
 = 74,250 t/11 hó, ill. év.

Sárgaréztuskóból előző számítás alapján a teljesítmény a következő:

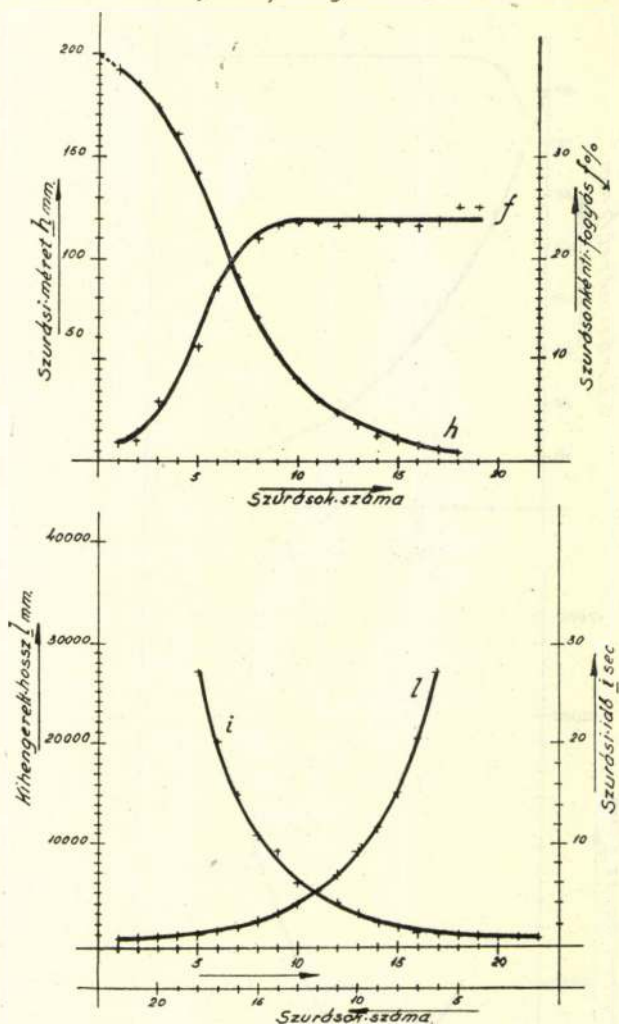
10 tuskó = 5,7 t/óra,  
 = 45,5 t/8 óra,  
 = 113 t/20 óra, ill. nap,  
 = 2820 t/25 nap, ill. hó,  
 = 31,020 t/11 hó, ill. év.



7/és 8/ diagramm.



9/és 10/ diagramm.

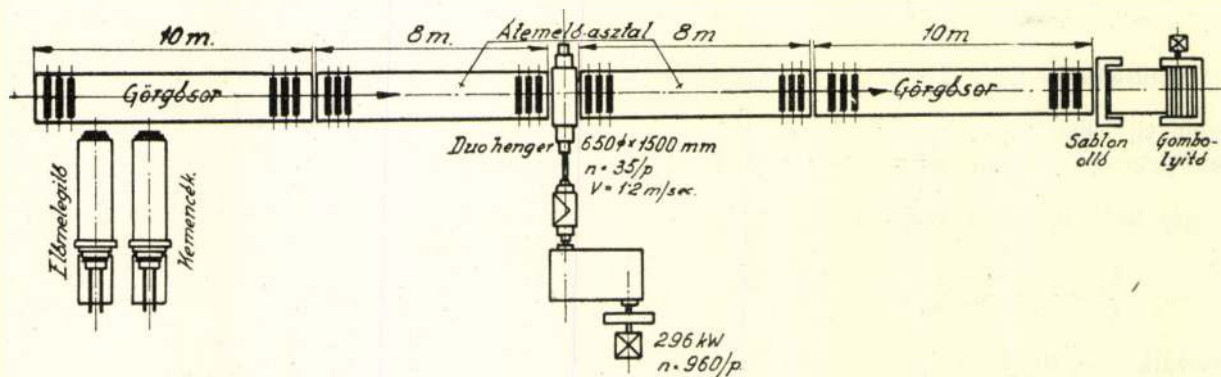


Alumíniumtuskóból a teljesítmény:

10 tuskó = 4,5 t/óra,  
 = 36 t/8 óra,  
 = 90 t/20 óra, ill. nap,  
 = 2250 t/25 nap, ill. hó,  
 = 24.750 t/11 hó, ill. év.

Duralból a teljesítmény:

7 tuskó = 4,5 t/óra,  
 = 25,6 t/óra,  
 = 64 t/20 óra, ill. nap,  
 = 1600 t/25 nap, ill. hó,  
 = 17.600 t/11 hó, ill. év.



4. ábra. Átemelőasztalos duó megleghengerállvány elrendezési vázlat. A vázlaton látható két tuskómelegítő kemence, a hengerállvány a görgőállvánnyal és reduktorral, a motor a lenkeréssel, két elektrogörgősor, két átemelőasztal, egy sablonolló és egy gombolyító.



Antikorrózióból a teljesítmény:

$$\begin{aligned} 8 \text{ tuskó} &= 3,6 \text{ t/óra,} \\ &= 28,8 \text{ t/8 óra,} \\ &= 72 \text{ t/20 óra, ill. nap,} \\ &= 1800 \text{ t/25 nap, ill. hó,} \\ &= 19,800 \text{ t/11 hó, ill. év.} \end{aligned}$$

Mivel fémhengerműveink duó reverzáló meleg-hengerállványokkal jelenleg még nem rendelkeznek, a szóbanforgó fémuskók szűrésterveit átemelőasztalos duó hengerállványra is megszerkesztettem.

A hengertest mérete:  $650 \varnothing \times 1800 \text{ mm}$ , a henger-  
rek fordulata  $n = 35/\text{perc}$ ; a hengerlési sebesség

$$v = \frac{2 \pi r n}{60} = \frac{0,65 \times 3,14 \times 35}{60} = 1,2 \text{ m/sec}$$

Az átemelőszalagok 8 méteres hossza miatt fontos, hogy a kihengerelt hosszak az utolsó szűrés előtt 8 méternél rövidebbek legyenek.

A tuskók méretét és súlyát tehát fentiek figyelembevételével a következőkre választjuk:

Réztuskó	$1050 \times 400 \times 120 \text{ mm} = 350 \text{ kg}$
Sárgaréztuskó	$1050 \times 600 \times 65 \text{ mm} = 350 \text{ kg}$
Alumíniumtuskó	$1050 \times 400 \times 120 \text{ mm} = 136 \text{ kg}$
Duráltuskó	
Antikorróziótuskó	

VII. táblázat. Réztuskó meleghengermalésének adatai.

VIII. táblázat. 72%-os és 63%-os sárgaréztuskó meleghengermalésének adatai.

IX. táblázat. Alumíniumtuskó meleghengermalésének adatai.

X. táblázat. Duráltuskó meleghengermalésének adatai.

XI. táblázat. Antikorróziótuskó meleghengermalésének adatai.

11. és 12. diagramm.

Réztuskó meleghengermalésénél alkalmazott szűrásokhoz tartozó kihengerelt vastagságok — hosszak, fogyások és hengermalési idők.

13. és 14. diagramm.

Sárgaréztuskó meleghengermalésénél alkalmazott szűrásokhoz tartozó kihengerelt vastagságok — hosszak, fogyások és hengermalési idők.

15. és 16. diagramm.

Alumínium tuskó meleghengermalésénél alkalmazott szűrásokhoz tartozó kihengerelt vastagságok — hosszak, fogyások és hengermalési idők.

17. és 18. diagramm.

Duráltuskó meleghengermalésénél alkalmazott szűrásokhoz tartozó kihengerelt vastagságok — hosszak, fogyások és hengermalési idők.

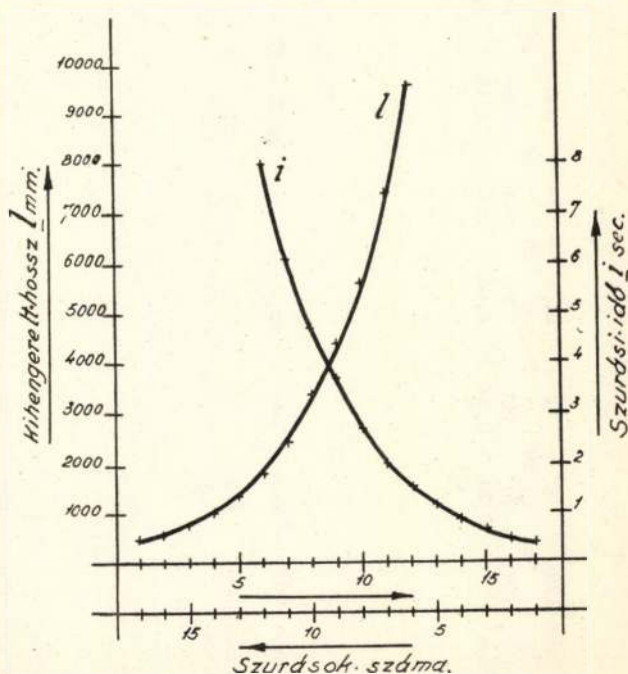
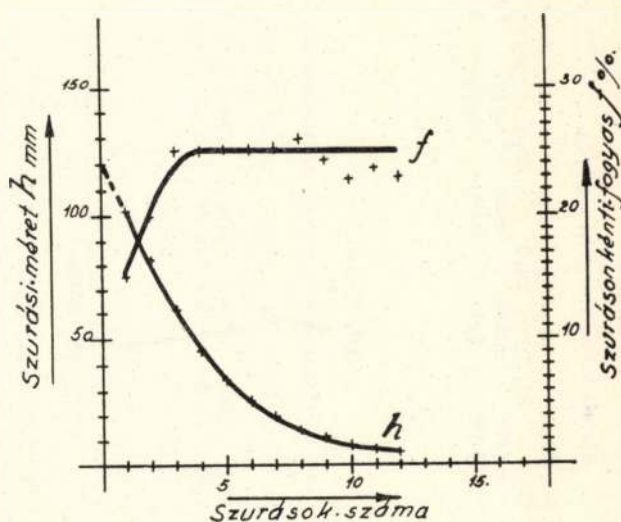
19. és 20. diagramm.

Antikorróziótuskó meleghengermalésénél alkalmazott szűrásokhoz tartozó kihengerelt vastagságok — hosszak, fogyások és hengermalési idők.

Megjegyezzük, hogy a dural meleghengermalése aránylag kényesebb feladat és amennyiben a hengermalendő duráltuskó nem volna elég finom szövettű, úgy a tervezettnél még több kis mértékű fogyást kell a hengermalés elején alkalmazni, azaz arra kell törekedni, hogy a fogyási diagramm még enyhébb emelkedésű legyen.

A következőkben kiszámíthatjuk egy  $650 \varnothing \times 180 \text{ mm}$  hengermalétű és  $v = 1,0 \text{ m/sec}$  hengermalési sebességű átemelőasztalos duó hengerállványnak mi a hengermalési teljesítménye a szóbanforgó fémuskók meleghengermalésére vonatkozóan.

11.) 12.) diagramm.





VII. táblázat.

## Réztuskó meleghengerlési adatai

h mm (120)	— 102 —	82 —	61,5 —	46 —	34,5 —	26 —	19,5 —	14,5 —	11,0 —	8,5 —	6,5 —	5,0
f %	15	20	25	25	25	25	25,7	24,2	22,8	23,6	23	
l mm (400)	470	585	780	1040	1390	1850	2470	3320	4360	5670	7400	9600 = 38 935
i sec	0,39	0,48	0,65	0,87	1,16	1,54	2,06	2,78	3,65	4,72	6,15	8,0 = 32,45

VIII. táblázat.

## 72%-os és 63%-os sárgaréztuskó meleghengerlésének adatai

h mm (65)	— 58,5 —	50,5 —	42,5 —	35,5 —	29,5 —	24,5 —	20,5 —	17 —	14 —	11,5 —	9,5 —	8 —	6,6 —	5,5 —	4,6
f %	10	14	16	16,5	16,8	17	16,5	17	17,6	17,8	17,5	16	17,5	17	16,5
l mm (600)	665	770	912	1090	1310	1580	1890	2280	2770	3370	4100	4870	5900	7100	8500 = 47 107
i sec	0,55	0,64	0,75	0,92	1,09	1,32	1,57	1,90	2,51	2,81	3,42	4,05	4,90	5,90	7,1 = 39,44

IX. táblázat.

## Alumíniumtuskó meleghengerlésének adatai

h mm (120)	— 102 —	82 —	61,5 —	46 —	34,5 —	26 —	19,5 —	14,5 —	11,0 —	8,5 —	6,5 —	5,0
f %	15	20	25	25	25	25	25,7	42,2	22,8	23,6	23	
l mm (400)	470	585	780	1040	1390	1850	2470	3320	4360	5670	7400	9600 = 38 935
i sec	0,39	0,48	0,65	0,87	1,16	1,54	2,06	2,78	3,65	4,72	6,65	8,0 = 32,45

X. táblázat.

## Duraltuskó meleghengerlésének adatai

h mm (120)	— 115,8 —	111,2 —	104,5 —	95,1 —	81,8 —	67,9 —	55 —	44,5 —	35 —	28,5 —	23 —	18,5 —	15 —	12,2 —	10 —	8 —	6,5 —	5,3 —	4,3
f %	3,5	4,0	6	9	14	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19
l mm (400)	415	432	460	510	590	712	875	1080	137	1690	2100	2610	3220	3970	4850	6050	7450	9100	11200 = 58 684
i sec	4,34	0,36	0,38	0,42	0,49	0,59	0,72	0,90	1,14	1,41	1,75	2,17	2,67	3,32	4,05	5,05	6,2	7,6	9,3 = 48,9

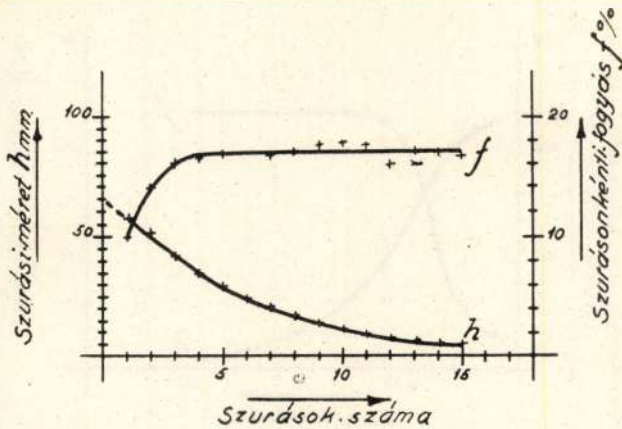
XI. táblázat.

## Antikorródaltuskó meleghengerlésének adatai

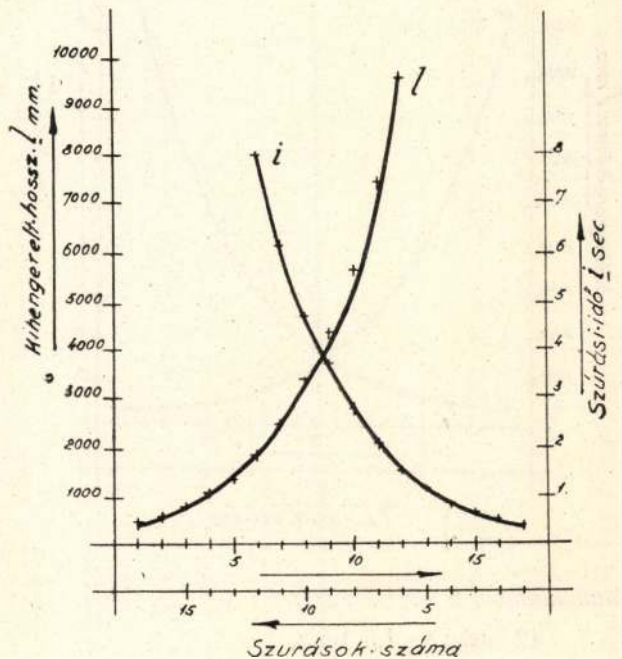
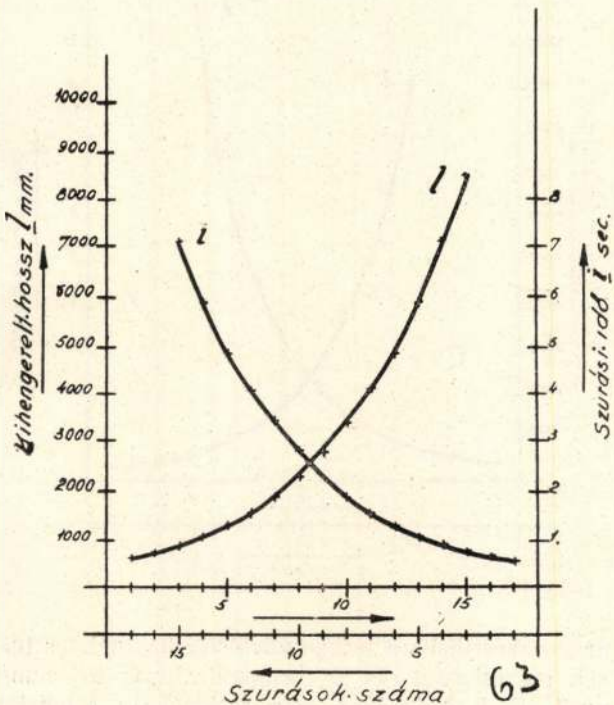
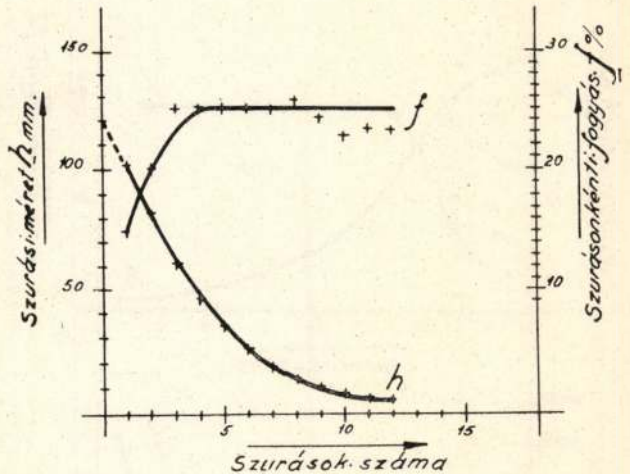
h mm (120)	— 115,8 —	111,2 —	103,4 —	87 —	69,5 —	53,5 —	40,7 —	31 —	23,5 —	18 —	13,7 —	10,4 —	8 —	6,1 —	4,7
f %	3,5	4	7	14	20	23	24	24	24	24	24	24	24	24	24
l mm (400)	415	432	465	550	685	890	1170	1540	2040	2670	3500	4620	6000	7880	11000 = 43 857
i sec	0,34	0,36	0,38	0,46	0,57	0,74	0,98	1,28	1,70	2,22	2,92	3,85	5,0	1,55	9,2 = 36,55



13./14.) diagramm.



15./16.) diagramm:



#### Réztuskóból

kihengerelt teljes hossz 38 935 mm = 38,9 m,  
hengerlési sebesség  $v = 1,2$  m/sec,  
egy tuskó tiszta hengerlési ideje

$$\frac{1}{v} = \frac{38,9 \text{ m}}{1,2 \text{ m/sec}} = 32,4 \text{ sec}$$

Átemelési idő első 5 szűrás után átlagban a 15 sec;  $5 \times 15 = 75$  sec.

Átemelési idő tovább: 6 szűrás után átlagban a 25 sec;  $6 \times 25 = 150$  sec.

Összesen 225 sec.

$32,4 + 225 = 257,4$  sec teljes hengerlési idő egy tuskóra = 4,3 = 5 perc.

#### Teljesítmény

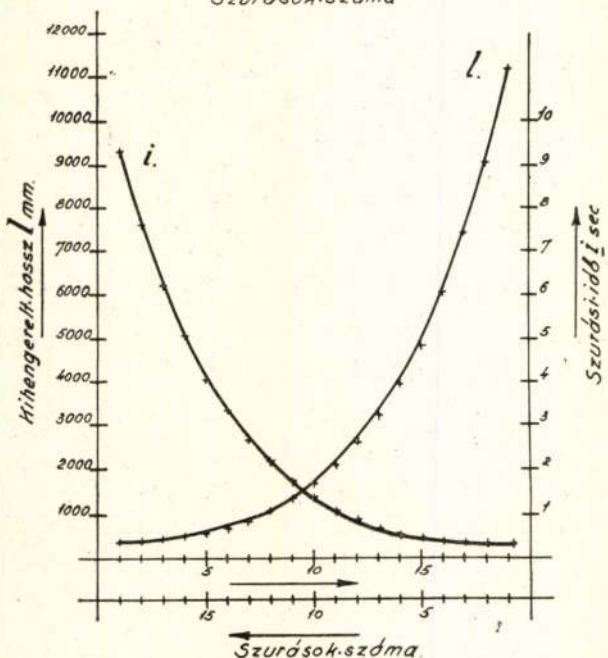
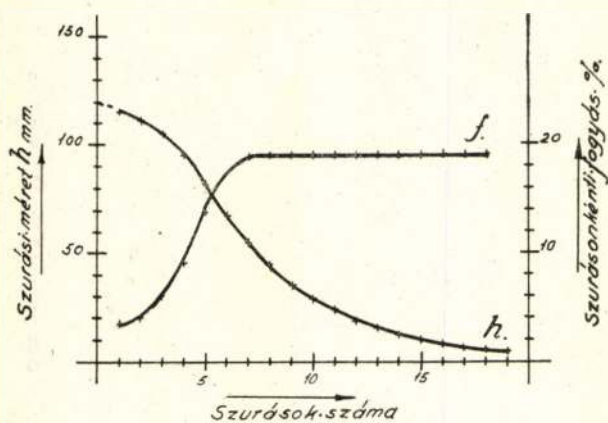
12 tuskó = 5,4 t/óra,  
= 43,2 t/8 óra,  
= 108 t/20 óra, ill. nap,  
= 2700 t/25 nap, ill. hó,  
= 29 700 t/11 hó, ill. év.

Sárgaréztuskóból előző számítás alapján teljesítmény a következő:

10 tuskó = 4,5 t/óra,  
= 36 t/8 óra,  
= 90 t/20 óra, ill. nap,  
= 2250 t/25 nap, ill. hó,  
= 24 750 t/11 hó, ill. év.



17/és 18) diagramm.



Alumíniumból a teljesítmény:

12 tuskó = 1,6 t/óra,  
 = 12,8 t/8 óra,  
 = 32 t/óra, ill. nap,  
 = 800 t/25 nap, ill. hó,  
 = 8800 t/11 hó, ill. év.

Duralból a teljesítmény:

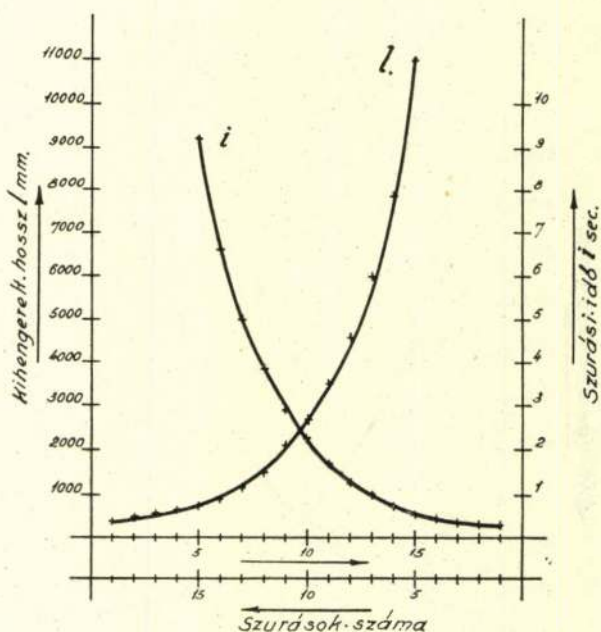
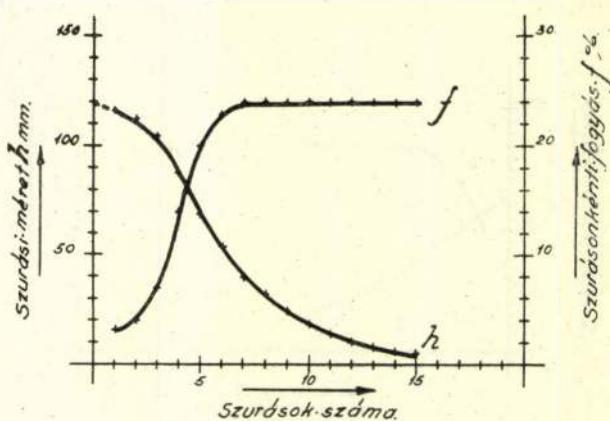
7 tuskó = 0,95 t/óra,  
 = 7,6 t/8 óra,  
 = 19 t/20 óra, ill. nap,  
 = 475 t/25 nap, ill. hó,  
 = 5225 t/11 hó, ill. év.

Antikorrózióból a teljesítmény:

10 tuskó = 1,3 t/óra,  
 = 10,4 t/8 óra,  
 = 26 t/20 óra, ill. nap,  
 = 650 t/25 nap, ill. hó,  
 = 7150 t/11 hó, ill. év.

A közölt adatok, táblázatok és diagrammok felhasználásával az üzemvezetők kiszámíthatják és

19/és 20) diagramm.



megszerkeszthetik a hengerművekben használatos tuskók szűrőterveit és a hengerállványok teljesítményeit. Ezek birtokában már racionálisan folyhat a fém tuskók megleghengerlése, anélkül, hogy a hengerállványt és tartozékait túlerőltetnénk.

Hengerlés folyamán a racionális szűrőterv betartása mellett még a hengerállvány jó kihasználására is nagy súlyt kell helyezni, ami azt jelenti, hogy az üresjárási időket a lehetőség határain belül a minimálisra kell csökkenteni.

#### FELHASZNÁLT IRODALOM:

Dr. Geleji Sándor: Nehéz- és könnyűfémlemezek hengerlése. Bpest 1942.

Dr. Geleji Sándor: Alumínium Kézikönyv. Bpest 1949.

Dr. Ing. A. Zeerleder: Technologie des Aluminiums. Leipzig 1943.

D. Ing. A. Zeerleder: Technologie der Leichtmetalle. Zürich 1947.

Köves Elemér: Könnyűfémlemez- és szalaghengerlés technikai fejlődése. Bpest 1949 május. Bányászati és Kohászati Lapok.



## Timföldgyári alumíniumhidrát előállítása\*

BOGÁRDI ENDRE

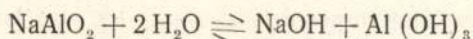
Эндре Богарди:

Выработка глиноземного алюминогидрата

A világ alumíniumhidrát-, illetve timföldtermelése 90%-ban a Bayer-féle nedves lúgos eljárás alapján történik. Ugyancsak Bayer szabadalma alapján „kikeveréssel” állítják elő a timföldhidrát nagy részét. Ezen eljárás bevezetése jelentette eddig a legnagyobb előrehaladást a timföldgyártási technikában. Az eljárás elterjedésének fő oka az, hogy az így előállított termék tisztasága folytán jó minőségű alumínium előállítását tette lehetővé.

Aluminátoldatok önbomlását első ízben 1833-ban Bonsdorf figyelte meg. Telített aluminátoldatok bomlását más kutatók is megfigyelték, a megfigyelést azonban az ipar számára 1887-ben Bayer tette használhatóvá, aki felismerte az eljárás nagy jelentőségét és a gyártástechnológia nehézségeit is megoldotta. Megállapítása szerint az állandóan mozgásban tartott aluminátoldat bomlani kezd, ha hozzá timföldhidrátot adagolnak.

Az aluminátoldatok az egybázisú metaalumíniumsav sóinak oldatai, melyek utóbbi gyenge savasága következtében hidrolizálnak kristályos Al-hidroxid csapadékot választva ki.



Az aluminátlúg felbomlásának meggyorsítása elérhető azáltal, hogy azt mechanikusan keverjük és egyidejűleg frissen kivált alumíniumhidroxid oltóanyagot alkalmazunk. A két utóbbi tényező egyidejű hatásának alkalmazása kikeverés néven ismeretes. A kikeverés bonyolult és még nem egészen tisztázott művelet, azonban feltételezhető, hogy két szakaszból áll: először az aluminátlúg hidrolizációjából és az alumíniumhidroxid kikristályosodásából. A kikeverés menetére főleg az utóbbi folyamat van behatással. A kikeverési folyamatra ezenkívül egyéb tényezők is hatással vannak. Így:

### 1. A kiindulási aluminátlúg viszonyosszáma.

Az aluminátlúgra jellemző viszonysszám az oldott  $\text{Na}_2\text{O}$  és  $\text{Al}_2\text{O}_3$  molekuláris viszonyát jelenti. Viszonysszám néven általában valamely aluminátlúg össz. lúgos viszonysszámát értjük. A számlálóban ekkor az oldott  $\text{Na}_2\text{O}$  kauszt. +  $\text{Na}_2\text{O}$  karbonát =  $\text{Na}_2\text{O}$  össz. szerepel.

$$\text{v. sz.} = \frac{\text{Na}_2\text{O mol. össz.}}{\text{Al}_2\text{O}_3 \text{ mol}}$$

$\text{Na}_2\text{O}$  kauszt. alatt az aluminát összetételbe tartozó és az oldatban NaOH alakjában lévő nátront,  $\text{Na}_2\text{O}$  karbonát alatt a szóda alakjában oldott nátront értjük. Használják emellett a kausztikus viszonysszámot is.

$$\text{kauszt. v. sz.} = \frac{\text{Na}_2\text{O mol. kauszt.}}{\text{Al}_2\text{O}_3 \text{ mol}}$$

Az aluminátoldat viszonysszáma az oldat telítettség fokának mutatója. Minél kisebb a kiinduló aluminátoldat mólviszonya, annál telítettebb az aluminátlúg, és annál gyorsabban és erőteljesebben megy végbe az alumíniumhidroxid kiválási folyamata. Alacsonyabb kezdő viszonysszámmal rendelkező oldatok használata esetében megrövidül a kiválási idő. A mólviszony csökkentésének határt szab azonban az alacsony viszonysszámú oldatok készítésénél bomlás folytán beálló veszteségek fellépése.

### 2. Az oldat töménysége.

Az aluminátoldat minden egyes mólviszonyánál van olyan koncentráció, mely az aluminátlúg megbontásánál a legnagyobb alumíniumkitermelést biztosítja. Ezért nem megfelelő az oldatoknak kikeverés előtti erős hígítása, habár ezzel növekedne a bomlás sebessége, de nem volna megfelelő a timföldkihozatal mértéke. Ugyanígy nem megfelelő a kikeverésnél a túl magas koncentráció sem.

### 3. A hőmérséklet hatása.

Az oldat hőmérsékletének csökkenése a kikeverési folyamatra gyorsító hatással van, a bomlás megindulásához szükséges kezdeti időszak azonban a hőfokcsökkenés arányában növekszik. A kikeverés bomlási sebessége 30 C fokos hőmérsékletnél a leggyorsabb. Az alacsonyabb hőmérséklet azonban a lassúbb kristálynövekedés folytán nehezen szűrhető apró szemcsés hidroxid kiválását idézi elő.

### 4. Az oltóanyag mennyisége és minősége.

A frissen kivált oltóanyag adagolásának célja az, hogy kristálygócokat képezve gyorsítja az oldat bomlását. Az adagolt oltóanyag mennyiségét oltóanyagszámmal mérjük, mely alatt az oltóanyagban lévő  $\text{Al}_2\text{O}_3$  és az aluminátlúgban lévő  $\text{Al}_2\text{O}_3$  súlyviszonyát értjük. Gyakorlatban az oltóanyagszám 1 körül szokott mozogni. Túl magas oltóanyagszám a kristályok növekedését lerontja és finomszemcsés alumíniumhidrát keletkezésére vezet.

Fontos szerepe van az oltóanyag minőségének is. Az oltóanyagban lévő finomszemcsés alumíniumhidroxid mennyiségének növelése a kristályosítási központok területének növekedése miatt a kikeverési folyamat meggyorsítására vezet. Az oltóanyag kristályocskák optimális mérete 1–80  $\mu$ . Az ennél nagyobb szemcséjű oltóanyag nem hatásos, kisebb szemcséjű pedig kolloid diszperz lévén, nem biztosítja az alumíniumhidroxid szemcsék megfelelő méretre való növekedését. Az oltóanyagoknak szánt hidrátot ezért célszerűen osztályozással választják ki, amit üzemből az úgynevezett hidroszeparátor berendezés segítségével hajtának végre. A kikeverési folyamatra hatással van az oltóanyag tisztasága is. Pl.: az oltóanyag aktivítását magasabb  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  tartalom, azaz az oltóhidrátba kerülő kismennyiségű vörösiszap is már erősen lerontja. Ha oltóanyagként az előző kikeverés besűrített hidrátjának egy része szolgál és azt a kikeverésre kerülő aluminátlúgba a már kikevert lúggal együtt adagolják, a magas mól-

\* Elhangzott az 1951. évi Vegyészkongresszuson



viszonyú oldat adagolása a kikeverési folyamat késleltetéséhez vezet. Célszerűbb ezért ezen szempontból a kikeverési folyamatot leszűrt oltóanyag hozzáadásával végezni.

#### 5. Az oldat tisztaságának hatása.

A kikeverésre kerülő alumínátlúg szennyezései hatással lehetnek a kiváló Al-hidroxid minőségére, sőt a kiválási folyamat sebességére is. E tekintetben elsősorban az alumínátlúgban lévő kovásv és organikus anyagok jönnek számításba. Az alumínátlúg organikus szennyezései a bauxitban lévő huminanyagok oldódása révén kerülnek a lúgba. A körfolyamatban keringő lúg nem kellő mértékű öntisztulása folytán előadódhat az az eset, hogy a szerves anyag a lúgban felhalmozódik és káros hatása a kikeverés sebességének csökkenésében és a kedvezőtlen kristálynövekedésben mutatkozik. Hasonló késleltető hatással van az alumínátlúg bomlásának megindítására a lúg kovásvtartalmának bizonyos határon túl való növekedése is. Szükséges tehát, különösen hosszabb idő óta üzemben lévő timföldgyárak körfolyamatban keringő lúgjának megtisztításának kérdésével behatóan foglalkozni.

#### 6. A keverés módja.

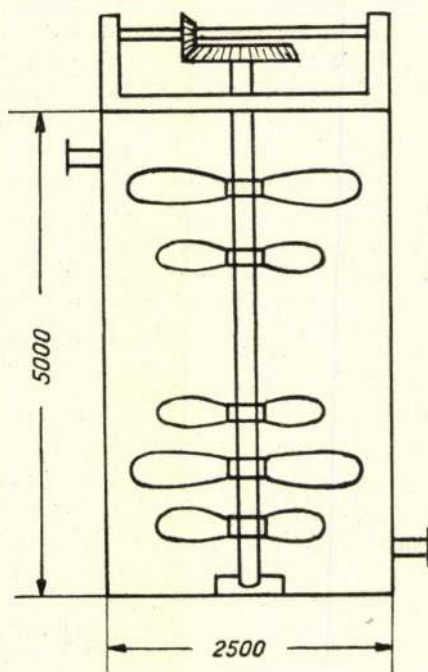
A kikeverési folyamatban a keverés az oltóanyag mennyiségével változatlanul hagyása mellett biztosítja az oldattal való maximális érintkezési felületet

és a szükséges koncentrációkiegyenlítődést. A keverés elősegíti az alumínátlúg bomlását és lehetővé teszi egyenletes kristályok növekedését. A keverő fordulatszámának nagyobb mérvű emelése kedvező hatással van az alumínátoldat bomlási sebességére, túl nagy forgási sebesség azonban, mely esetben előbbi hatás mutatkozni kezd, a hidrátszemcsék túlságos diszpergálódását okozza. Gyakorlatban legmegfelelőbb, ha a keverő 8–10 fordulat/perc sebességgel mozog.

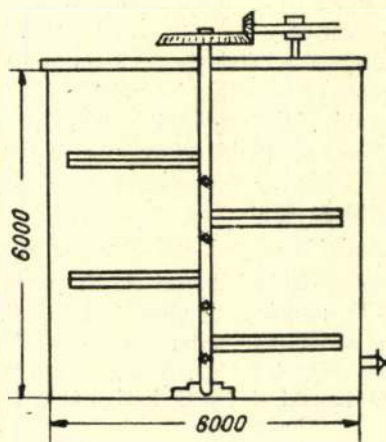
Fenti tényezőknek üzemenként változó legkedvezőbb összehangolása adja meg az alkalmazandó kikeverési eljárás optimális feltételeit.

Az alumínátlúgok kikeveréssel történő megbontását kikeverőtartánynak nevezett készülékben végzik. A mechanikai működésű kikeverőtartány szerkezete aránylag egyszerű: hengeres, változó méretű vastartány, melyben keverő forog. A megbontásra kezdetben egész kis tartályokat alkalmaztak. Bayer idejében a kikeverőtartányok mindössze 8–10 m<sup>3</sup>-esek voltak. A timföldipar későbbi fejlődése szükségserűen magával hozta a tartányok méreteinek növekedését is. A kezdeti 2,5 m átmérőjű 5 m magas tartányokkal szemben, melyeket még Bayer alkalmazott (1. ábra), ma 6 m átmérőjű és 6 m magas tartányokat alkalmaznak (2. ábra) a kisebb teljesítményű timföldgyárak is. A kikeverőtartányok egymástól függetlenül szakaszosan működnek. A Szovjetunió timföldgyáraiban terjedt el már régebben a folyamatos kikeverési módszer, amennyiben a kikeverőket szifonok segítségével 9–10 db. lépcsőzetesen elhelyezett tartánysorra kötve össze az első tartányban folyamatosan érkezik az alumínátlúg és az oltóanyag, az utolsó kikeverőből pedig eltávoztatják a nyert hidrátos lúgot.

(Folytatjuk)



1. ábra.



2. ábra.

#### ALUMINIUM

Felelős szerkesztő: Vajk Péter. — Felelős kiadó: A Nehézipari Könyv- és Folyóiratkiadó Vállalat Vezérigazgatója  
Megjelenik: 359. pld.-ban, Szerkesztőség: V., Szalay-utca 4. Telefon: 129—699.

Budapesti Szikra Nyomda, V., Honvéd-utca 10. — Felelős vezető: Radnóti Károly.



# ALUMINIUM

AZ ORSZÁGOS MAGYAR Bányászati és Kohászati Egyesület Fémkohászati Szakosztálya  
és a Fémipari Kutató Intézet Folyóirata

IV. évfolyam

3. szám

## A szovjet alumínium nyomán

Irta: Dr. MARSCHKE ZOLTÁN

Др. Золтан Маршек:

Следом советского алюминия.

Az 1945. év gyökeres fordulatot jelent alumíniumiparunk helyzetében. Míg az elmúlt rendszer célkitűzéseinek nem felelt meg az ipar fejlesztése, ma a Szovjetunió segítségével minden támogatást megkapunk ahhoz, hogy virágzó magyar alumíniumipart létesíthessünk. A szovjet alumíniumipar gazdag tapasztalatai, valamint a szovjet szakemberek nyújtotta konkrét segítség eddig is nagyban hozzájárult ahhoz, hogy a termelés mennyiségi növekedése mellett kedvező irányú fejlődés mutakozzék meg a fajlagos értékek tekintetében is.

Az a perspektíva, amely ilyen módon alumíniumiparunk előtt megnyílt, komoly és felelősségteljes feladatot hárít a szakma minden dolgozójára. Műszaki értelemségünknek fokozott mértékben kell tanulmányoznia a szovjet szakirodalmat, meg kell ismerkednie a Szovjetunió alumíniumiparával és élenjáró eredményeivel.

A közelmúltban a Szovjetunió egyik üzemében tanulmányoztam az ott alkalmazott munkamódszereket. Bár a gyártási eljárás mind a tűzföldgyártásnál, mind pedig az alumínium előállításánál lényegében megegyezik a mi üzemünkben használatos eljárással, az elért eredmények jelentősen jobbak eddigi eredményeinknél. Csak egy példát említek meg: az egyenáramú elektromos energia 1 kilowatt órájára eső alumíniumtermelés meghaladja a 61 g-t. Ez az érték 15%-kal magasabb azoknál az eredményeknél, melyeket üzemünkben érnek. A többlet energiafogyasztás sok ezer tonna szénét jelent.

Nézzük meg azt az utat, melyen keresztül a Szovjetunió alumíniumipara elérte azt a fejlettségi fokot, mely vezetőhelyet biztosít számára az egész világon.

A forradalom előtti Oroszországban az orosz tudósok már régóta foglalkoztak az alumíniummal és komoly tudományos értékű munkák láttak napvilágot, amelyek jelentős mértékben elősegítették az alumíniumkohászat fejlődését. Különös figyelmet érdemel ezen a téren Beketov orosz kutató munkálkodása, akinek nevéhez fűződik annak felfedezése, hogy az alumínium a kryolithból fémmagnéziummal teljesen kivonható.

Oroszországban 1899-ben fedezte fel Bayer osztrák vegyész az alumíniumoxid-előállítás úgynevezett

hidrokémiai eljárását, amely a mai napig alapját képezi a világ alumíniumiparának. N. A. Puszin professzor 1909-ben végzett laboratóriumi kísérleteiben főképp az alumínium hazai nyersanyagból való előállításának lehetőségét kutatta. Munkássága, amelyet A. V. Baszkovval, E. Dislerrel és M. Maximenkóval karöltve végzett, eredménnyel járt és sikerült hazai nyersanyagokból 400 g. fémalumíniumot kinyerniük. Az alumínium metallurgiájával kapcsolatban P. P. Fedotjev és V. P. Iljinszkij (1913) munkái világviszonylatban is híresekké váltak. Alapvető megállapításaikat az újabb kutatók is megerősítik.

Mindezeket a valóban nagyjelentőségű felfedezéseket és kutatómunkákat, amelyekkel az orosz tudósok az alumíniumkohászat tudományát gazdagították, a cári Oroszország nem tudta felhasználni saját alumíniumiparának megteremtésére. Ennek mindenekelőtt az volt az oka, hogy a régi Oroszország ipari és technikai fejlettség tekintetében rendkívül alacsony színvonalon állt, nem rendelkezett számbajöhető villamosenergia-forrásokkal és jóformán teljesen elhanyagolta a nyersanyagbázisok felkutatását. Mindehhez járult még a szabadság és termelési adatok birtokában lévő külföldi alumíniumipari konszernnek ez irányban tanúsított teljes érdektelensége is, éppen a korlátlan lehetőségű piac elvesztésének veszélye miatt.

A forradalom előtti Oroszországban a saját alumíniumipar létesítésének kérdése már 1904-ben, az orosz-japán háború idején felmerült. Amikor az első világháborúban a cári kormány csak rendkívüli nehézségek árán tudta a hadüzemek szénfémmezt történő ellátását biztosítani, megtette az első kísérletet a hazai alumíniumipar megteremtésére. Ennek érdekében a Tűzérési Főhivatal mellé 1916-ban A. P. Kurgumov professzor vezetésével alumíniumgyárat építő Főgazgatóság megalakítását rendelték el. Ez a kezdeményezés azonban semmiféle gyakorlati eredménnyel nem járt.

Csupán a Nagy Októberi Szocialista Forradalom után került sor azokra a korlátlan lehetőségekre, amelyek az oroszországi alumíniumipar megszervezéséhez és gyors fejlődéséhez elengedhetetlenek voltak. Döntő jelentősége volt a Szovjetunió alumíniumiparának fejlődése tekintetében V. I. Lenin 1920-ban kidolgozott országos méretű villamosítási tervének, amely azzal, hogy az ország energiabázisainak létre-



hozását a népgazdaság elsőrendű feladatául jelölte meg, biztosította az alumíniumipar megteremtésének feltételeit is. Az első lépést ebben az irányban a Volchov folyó partján megépített és 1925-ben üzembe helyezett nagy vízierőmű jelentette, amely egyúttal energetikai bázisává lett az ország első alumíniumgyárának, a volchovi alumíniumgyárnak. Nem sokkal ezután, 1932. október 15-én megkezdte működését Zaporozsjeban a Dnyeper partján létesített hatalmas vízierőmű, amelynek legnagyobb fogyasztója az ország második alumíniumgyára, a dnyeprovszki alumíniumgyár lett.

A Szovjetunió alumíniumiparának megszervezésénél komoly kérdésként merült fel az ércbázisok problémája. Ebben az időben egyedül a viszonylag alacsony minőségű bauxitok tichvini lelőhelye volt ismeretes, amely azonban még további alapos kutatásra várt, a többi alumíniumércet pedig, mint például a zaglikszki alunitokat, alacsony timföldtartalmuk miatt bizalmatlansággal kezelték.

Mindenekelőtt már 1921-ben az urali Zsuvavlinből származó alunitokból kinyert timföldet elektrolizálva alumíniumot állítottak elő. Ezidőtájt ebben a kerületben kerámiaipari célokra kaolinok felderítésére kutatások folytak. A talált kaolinmintákat eljuttatták a duljevi porcelángyárba, amelynek laboratóriuma megállapította, hogy az egyik „tisztá fehér agyag” elnevezéssel jelölt minta rendkívül tiszta, alacsony vas- és alumíniumtartalmú alunitos kőzet. Közvetlenül ennek megállapítása után hozzá is fogtak olyan irányú kísérletek végzéséhez, amelyek ezekből az alunitokból timföld kinyerését, majd a kinyert timföldből elektrolízis útján történő fémalumínium előállítását célozták. Sikert is eléggé tiszta fémeket kaptak. Ebben az időben az alunitok alumíniumérc szerepét még meg lehetőségen leértékelték.

A Szovjetunió Tudományos Akadémiája 1921-ben A. E. Fersmann professzor vezetésével kutató expedíciót szervezett, amely a Kóla-félszigeten nagy kiterjedésű apatit-nefelin lelőhelyeket fedezett fel. E módon a Szovjetunióban az alumíniumipar keletkezésének pillanatában (a kaolinok és agyagok kivételével) az alumíniumérc három fajtája állt rendelkezésre: a tichvini bauxitok, a zaglikszki alunitok és a hibini nefelinek.

Az 1921–24-ig terjedő években Sz. F. Maljavkin professzor vezetésével folytatott kutatások a tichvini bauxitlelőhelyeken és megállapítást nyert az itt található bauxitok ipari jelentősége. Az Állami Gyakorlati Kémiai Intézetben 1922-ben A. A. Jakovkin professzor Sz. I. Liljevvel karöltve megkezdte a bauxitok szódával és mésszel való zsugorítási eljárásának kidolgozását, amely a későbbiekben a volchovi alumíniumgyár gyártási eljárásának alapját képezte. 1923-ban A. N. Kuznyecov és E. I. Zsukovszkij a Leningrádi Bányászintézetben hozzáfogtak a bárium-aluminát-salak útján bauxitokból való timföldkinyerési eljárás kidolgozásához. A kutatási munkákban a már említetteken kívül résztvettek: a Leningrádi Bányászintézet, valamint a Leningrádi Polytechnikai Intézet, a moszkvai és ukrajnai Gyakorlati Ásványtani Intézet, az Állami Színesfém Intézet, az urali Kémiai Intézet és mások.

Ennek eredményeként a szovjet tudósok a bauxitból való timföldelőállítás eljárást mellett a legkülönbözőbb alumíniumérc-fajtákból történő timföldkinyerési eljárásokat dolgozták ki: így az alunitokból a lúgos (Kámeckij), ammóniák-lúgos (Naumesik—Labulyin) és a kénsavas eljárást (Vanyukov—Liszovszkij); a nefelinekből a zsugorítási eljárást (Sztrokov—Talmud—Muszjakov); a kaolinokból a kénsavas (Fokin—Rosszej), a salétromsavas (Jakovkin) és sósavas eljárást (Lukasjev); az olajipari hulladékokból (a krakkoló-folyamat után), a sósavas (Kazarnovszkij), a kőszénhamuból és palából, valamint egyéb timföldtartalmú nyersanyagfajtából történő timföldelőállítási eljárásokat.

A Szovjetunió alumíniumiparának megszervezése és az ezzel összefüggő kérdések megoldása a tudományos műszaki élet széles köreinek bevonásával kezdődött meg. Már 1920 novemberében a Moszkvában megtartott kohászati tudósok I. Összoroszországi Kongresszusán megvitatásra kerültek az alumíniumgyártással kapcsolatos kérdések. Az 1924. év tavaszán a kohászati tudósok II. Összoroszországi Kongresszusán az alumíniumról és ötvözetéről külön gyűléseken tárgyaltak, amely gyűléseket a leningrádi „Krasnij-Viborzsec” gyárban tartottak meg. A II. Kongresszus határozatában rámutatott, hogy „a) a Szovjet Köztársaság életében elsőrendű szükségként merül fel a saját alumíniumipar megteremtése és b) ennek megvalósításához valamennyi feltétel rendelkezésre áll, mind nyersanyag, mind pedig az olcsó energiaforrások tekintetében.” Hasonlóképpen megvitatásra kerültek az alumíniumgyártásával kapcsolatos kérdések az 1925. és 1927. tavaszán Moszkvában megtartott I. és II. Összszövetségi színesfémkohászati értekezleteken. Ezeken az értekezleteken kimondták, hogy „a lehető legrövidebb időn belül a fémalumínium előállítására félüzemi kísérleteket kell megszervezni és folytatni kell a tichvini és az Unió egyéb kerületeiben a bauxitlelőhelyek felderítését. Az I. Összszövetségi színesfémkohászati értekezleten A. N. Kuznyecov professzor bemutatta a leningrádi Bányászintézet elektrometallurgiai laboratóriumában nyert alumíniumot, amelyet vezetésével a tichvini lelőhelyekről származó bauxitból előállított timföld elektrolízisével sikerült megkapniok.

Az 1927. év decemberében megtartott SzK(b)P. XV. kongresszusa tudatában volt annak, hogy mily hatalmas jelentőségük van a színesfémeknek az ország iparosításában és védelmi képességének megteremtésében, éppen ezért olyan értelmű határozatot hozott, amely szerint különös figyelmet kell szentelni a villamosítási terv mielőbbi megvalósításának, a vas- és színesfémkohászat fejlesztésének és az alumíniumgyártásnak.

Hamarosan Leningrádban az Állami Gyakorlati Kémiai Intézetben félüzemi kísérletek indultak a tichvini bauxitokból A. A. Jakovkin eljárása szerint történő timföld előállítására (szóda-meszes zsugorítási eljárás), majd nem sokkal ezután 1928 elején a caricini Kísérleti Allomáson kísérleteket végeztek A. N. Kuznyecov és E. I. Zsukovszkij eljárása szerinti bauxitokból való timföld előállítására, amely kísérletek egészen 1932. év őszéig folytatódtak. Az 1923–1927-ig terjedő időszakban a Gyakorlati As-



ványtani Intézet E. V. Bricke professzor vezetésével kidolgozta a főlýpátból történő kryolith-előállítás savas eljárását, 1927-ben pedig a caricini Kísérleti Állomáson berendezést helyeztek üzembe a fenti eljárással mesterséges kryolith előállítására. Az elvégzett kísérletek eredménnyel jártak és alapul szolgáltak a későbbiekben annak az ipari eljárásnak, amelyet az Uralban felépített poljevszki kryolithgyárban vezettek be. Hasonlóképpen erre az időre tehetők azok a tudományos kísérleti munkák is, amelyeket a szénelektrodák gyártása terén, különös tekintettel a Szovjetunióban fellelhető nyersanyagok (kőolaj, szurok, koks, kőszénzurok stb.) tanulmányozására, valamint az elektrodagyártás ipari eljárásának pontos meghatározására végeztek. E munkák eredményes befejezése folytán lehetővé vált, hogy a moszkvai és dnyeprovszki elektrodagyárak tervezéséhez szükséges adatok rendelkezésre álljanak.

Nem lesz talán érdektelen, ha megemlítjük azt, hogy Oroszországban az elektrodagyártás megszervezése a XIX. század 70-es éveibe nyúlik vissza. Az első orosz elektrodagyárat Kinyesm nevű városban 1876-ban helyezték üzembe. Ez a még ma is működő gyár volt az egyetlen Európában, amely az elektrotechnikai és vegyiparban szükséges elektrodakészítmények (ívlámpaszén, elektrodák stb.) gyártásával foglalkozott. 1898-ban kezdte meg működését a II. orosz elektrodagyár a Moszkva-környéki Kugyimovban.

A Leningrádi Területi Népgazdasági Tanács kezdeményezésére 1928 október végén a Sz. M. Kirov nevét viselő leningrádi „Krasnij Viborzssec“ gyárban széles alapon nyugvó kísérleteket irányoztak elő a fémalumínium gyártásával kapcsolatban. Ennek érdekében 2000 amper erősségű alumíniumkádból álló kísérleti berendezést szerkesztettek. A kísérleteket P. P. Fedotjev professzor vezetésével végezték el. Az összes nyersanyagok — timföld, kryolith és szénanódák — hazai eredetűek voltak. A „Krasnij Viborzssec“ gyárban végzett kísérletek 1929. június 2-tól március 25-ig tartottak és 1929. március 27-én a Leningrádi Területi Népgazdasági Tanács képviselőinek jelenlétében kiöntötték az első 8 kg alumíniumot. Hasonlóképp nagyjelentőségű kísérleteket végeztek 1928-ban a moszkvai Bányászati Akadémián E. I. Zsukovszkij is. Az 1928. év végén tichvini bauxitokból fémalumíniumot nyertek. Ezt a munkát Zsukovszkij vezetésével az akadémiai hallgatók egy csoportja végezte. Ezzel megozdást nyert az alumínium tichvini bauxitokból való ipari előállításának kérdése.

A Munka és Védelem Tanács a színesfémkohászat fejlesztéséről szóló, 1929. augusztus 2-án közzétett határozata lerakta a szovjet alumíniumipar alapjait, mikor két — a volchovi és a Dnyeperen épülő vízierőmű mellé a dnyeprovszki alumíniumkombinát létesítését rendelte el. Még ebben az évben (1929) Leningrádban megkezdtek a kísérleti alumíniumgyár építését azzal a rendeltetéssel, hogy az alumínium előállítás elektrolitikus folyamatát ipari méretekbe ültessék át, vizsgálat alá vegyék a különféle kádkonstrukciókat és a legjobban bevált kádtípussal szereljék fel majd a volchovi és dnyeprovszki alumíniumkombinátoikat. Ennek a kísérleti alumíniumgyárnak feladatai közé tartozott még az alumíniumgyárak,

elsősorban a volchovi alumíniumgyár munkás és mérnök-technikus kádereinek előkészítése is. A fenti célok megvalósítása érdekében ezt a kísérleti alumíniumgyárat 20 db. ötféle konstrukciójú, 6000 amper erősségű káddal szerelték fel. A kísérleti alumíniumgyár építése 1930 április végén nyert befejezést és május 11-én kiöntötték az első alumíniumot.

Mielőtt az első alumíniumkombináto építését megkezdtek volna, 1930 tavaszán összehívták az I. Összszövetségi Alumínium Konferenciát. Ezen a konferencián véglegesen jóváhagyták a tichvini bauxitokból történő alumíniumgyártási eljárást és úgy döntöttek, hogy a Jakovkin által kidolgozott folyamatot a volchovi, a Kuznyecov-Zsukovszkij-féle eljárást pedig a dnyeprovszki kombinátban fogják bevezetni. Ez utóbbinak nagy energia-igénye miatt olcsó villamosenergiára volt szüksége, amit a dnyeperi vízierőmű tudott biztosítani. A konferencia ezzel a döntésével kapcsolatban szükségesnek látta kihangsúlyozni, hogy a Szovjetunió viszonyai között a timföldgyártásban használatos nyersanyagok közül egy sem uralkodó, és így nem látszik megvalósíthatónak az sem, hogy a nyersanyag timföldde való feldolgozása egyetlen univerzális eljárással történjék. Eppen ezért a konferencia rámutatott arra, hogy a zaglikszki alunitok felhasználása a szovjet alumíniumiparban szükséges tényként mutatkozik meg. Az alunittal foglalkozó speciális konferencia, amely majdnem ugyanebben az időben tartott ülésén az alunitok felhasználásának problémáját vizsgálta, elhatározta, hogy pályázatot tesz közzé az alunitok feldolgozási eljárásainak tökéletesítésére. Ezen a konferencián kihangsúlyozták, hogy ezzel „az alumíniumgyártás korábbi történetének utolsó odála is lezárult és felnyílt a szovjet alumíniumgyártás új történetének, ragyogó jövőjének első odála”.

Megkezdődött a két — volchovi és a dnyeprovszki — alumíniumkombinát felépítése. A volchovi alumíniumkombinát építéséhez 1930 júniusában fogtak hozzá. A kombinát, későbbiekben a Sz. N. Kirov nevét viselő volchovi alumíniumgyár, 23000 amper erősségű káddal felszerelt alumíniumkohóból és timföldgyárból állt. Ez utóbbi gyártás eljárássának alapját A. A. Jakovkin tichvini bauxitokból történő timföldgyártási eljárása képezte. 1933 végén a Szovjetunió első ipari alumínium vállalata — a volchovi kombinát — elérte a tervezett kapacitást. Az 1930. év végén kezdetét vette a dnyeprovszki alumíniumkombinát, a későbbiek folyamán Sz. M. Kirov nevét viselő dnyeprovszki alumíniumgyár építése a Dnyeper balpartján, a vízierőmű közelében. A dnyeprovszki alumíniumkombinát alumíniumkohón kívül még timföld- és szénanód-gyárat is egyesített magába. A timföldgyártás eljárássának alapjául a Kuznyecov-Zsukovszkij-eljárás szolgált, melyben a szénsavas báriumot a jobban rendelkezésre álló mészkő pótolta. A kalcialumínát sajakot egyfázisú, egyenként 1000 kW teljesítményű elektromos kemencékben állították elő. 1933 júniusában üzembe helyezték a dnyeprovszki kombinát alumíniumkohójának első szériáját, ugyanez év nyarának végén pedig a szénanódák, bőlésszenek és kemencék elektroda-alkatrészeinek gyártására berendezett elektrodagyárat, majd 1934 áprilisában a timföldgyár kezdte meg működését. A



dneprovszki alumíniumkombinát Európa egyik legnagyobb alumínium-vállalatává lett.

Az 1931. évben speciális alumíniumipari kutató intézet alakult, amely a későbbiek folyamán Összuniói Alumínium-Magnézium Intézet (VAMI) név alatt folytatta működését. Itt összpontosították az alumíniumra vonatkozó tudományos munkák tömegét, így az intézetnek hatalmas szerep jutott a szovjet alumíniumipar fejlesztésében.

Az 1931–1936-ig terjedő időben a szovjet alumíniumipar ércbázisa nemcsak mennyiség, de minőségi tekintetben is óriási mértékben megnövekedett. Az 1931. évben a fiatal szovjet geológus, N. A. Karzsav'in az Észak-Uralban kiváló minőségű bauxittelehelyeket fedezett fel. Ugyancsak ezekben az években N. A. Archangelszkij geológus az Észak-Uralban jelentékeny kiterjedésű, vastartalmu bauxittelehelyeket derített fel, majd az 1935–36. években A. K. Bjeou-szov geológus a Dél-Uralban akadt bauxitokra. Mindezek folytán előnyösnek látszott egy új, méreteiben hatalmas alumíniumgyár létesítése az Uralban. A feltárt bauxitok kiváló minősége (alacsony szilíciumtartalom) következtében lehetőség nyílt arra, hogy az urali bauxitokat a leggazdaságosabb eljárás, a Bayer-eljárás szerint dolgozzák fel, amely nagy mértékben először nyert alkalmazást a Szovjetunióban.

Minthogy a tichvini bauxitok felkutatása terén is egyre jelentékenyebb eredmények mutatkoztak, az Összuniói Alumínium-Magnézium Intézetben megindult a gyártási előírások kidolgozása a tervbevett két gyár: a tichvini bauxitok bázisára építendő tichvini timföldgyár (V. A. Mazelj által előterjesztett nedves zsugorítási eljárás) és az urali alumíniumgyár részére (Bayer-eljárás). Az utóbbi eljárás kidolgozásával kapcsolatos munkák D. P. Manojev (1888–1934) vezetésével folytak, aki elsőként alkalmazta a Bayer-féle eljárást az urali bauxitok feldolgozására. Az építkezés megkezdése előtt közvetlenül a leendő alumíniumgyár helyén kísérleti gyárat létesítettek, ahol a timföldgyártással kapcsolatos kérdések félüzemi méretekben nyertek kidolgozást.

Az Összuniói Alumínium-Magnézium Intézet eközben az alunitok és nefeliniek timfölddé való feldolgozásának kérdésével is foglalkozott. Egyidejűleg új elektrolízis kádkonstrukciók látak napvilágot, amelyeket azután a már üzemben lévő gyárakban, főképpen a dneprovszki gyárban próbáltak ki. (A Kísérleti Alumíniumgyár 1934-ben meg is szűnt.)

1935. január 17-től 23-ig a Sz. M. Kirov nevét viselő dneprovszki alumíniumgyárban összehívták a II. Összuniói Alumínium-Magnézium Konferenciát, amely összegezte a szovjet alumíniumipar kiépítése terén végzett működés eredményeit és megjelölte a további fejlődés útját.

1934. év végén az Uralban lévő Kamenszk-Uralszki kerületben megkezdtek az Urali Alumíniumgyár építését. A gyár építésének tervezési munkálatait P. F. Antip'in professzor vezette. A gyár az Észak-Urali bauxitokat Bayer-eljárása szerint feldolgozó timföldüzemen kívüli elektródmasszagyárat és nagyteljesítményű kádakkal felszerelt alumíniumkohót egyesített magában. Az üzemet hőerőmű látta el a szükséges energiával.

Az Urali Alumíniumgyár létesítésével egyidőben megindult a tichvini bauxit telehelyek közelében a Tichvini Timföldgyár építkezése is, amelyet 1938-ban helyeztek üzembe.

Az 1939. márciusában megtartott SZK(b)P XVIII. kongresszusa V. M. Molotov beszámolója alapján határozatot hozott, amelyben megjelölték a III. ötéves tervben az ország kohászati iparának fejlesztése terén megoldásra váró feladatokat. A határozat értelmében az alumíniumipar termelését 1942-ig legalább négyeszeresére kell felemleni az 1937. évhez viszonyítva, valamint üzembe kell helyezni az Urali Alumíniumkombinátot, a kandalakszai és sztálinszki alumíniumgyárat és meg kell kezdeni további alumíniumgyárak építését.

Ennek a határozatnak végrehajtásaként 1939 augusztusában megkezdte működését az Urali Alumíniumgyár első részlege. Ezzel egyidejűleg több alumíniumgyár, mindenek előtt a Karél-Finn Köztársaság területén lévő kandalakszai alumíniumgyár tervezését, illetőleg építését kezdték meg, amelyet 1941-ben akartak üzembe helyezni. A fasiszta Németország 1941. június 22-én Szovjetunió ellen megindított hitező támadása miatt azonban kénytelenek voltak ezt az építkezést abbahagyni. Még ez év októberében a volchovi, tichvini és dneprovszki alumíniumgyárak értékesebb berendezéseit a front közelsége miatt az ország keleti részébe szállították és új alumíniumgyárak: az 1943-ban üzembe helyezett sztálinszki és bogoszlowszki alumíniumgyár felépítésénél használták fel. 1945 május 9-én, a győzelem történelmi jelentőségű napján, kiöntötték az első fémot.

A háború éveiben került sor az Urali Alumíniumgyár bővítésére is. Mindezek folytán a Szovjetunió a Nagy Honvédő Háború idején nemcsak elérte a háború előtti termelés színvonalát, hanem annak ellenére, hogy a volchovi, tichvini és dneprovszki alumíniumgyárak ideiglenesen üzemképtelenné váltak, még jelentékeny mértékben túl is haladta azt.

Az 1945 decemberében Leningrádban megtartott könnyűfémekkel foglalkozó Összszövetségi Műszaki Konferencián összegezték a szovjet alumíniumipar Honvédő Háború éveiben elért eredményeit és megjelölték a háború után ráháruló feladatokat. A Szovjetunió Legfelsőbb Tanácsa 1946. március 18-án jóváhagyta a Szovjetunió népgazdaságának újjáépítése és fejlődése ötéves tervéről szóló törvényt, amely idő alatt (1946–1950) az alumíniumtermelésnek kétszeresére kell emelkednie.

Nagyon kevés az az idő, amely 1932. május 14-től, a volchovi gyárban az első alumíniumöntések kiöntésének dátumától, napjainkig eltelt. Ez alatt a rövid idő alatt a szovjet kohászok saját erejükből, minden külső segítség nélkül sikerrel dolgoztak ki a különféle alumíniumérccekből történő timföldelállítás eredeti technológiáját, egész sor timföld- és alumíniumgyárat építettek fel és nagyteljesítményű kádtípusokat szerkesztettek. A szovjet tudósok mélyreható vizsgálatai és az alumíniumkohászat sok területét felölelő munkáira jellemző kísérleti adatbőség messze túlhaladja a külföldi kutatók ilyenirányú munkálkodásait.

V. A. Mazelj professzor, szovjet tudós volt az első, aki 1935-ben nyilvánosságra hozta az úgyneve-



zett kombinált timföldgyártási eljárást, amely a Bayer- és a zsugorítási eljárást kapcsolja össze. Ez az összekapcsolás a két folyamatot mintegy tökéletesítette, ami olyannyira előnyösnek bizonyult, hogy a kombinált eljárás a modern alumíniumiparban a bauxitból történő timföldgyártás uralkodó eljárásává lett. Ugyancsak szovjet kutató V. N. Verigin volt az első, aki 1938-ban javaslatot tett az alumínium ötvözetiből alacsony olvadáspontú fémekkel való kinyerésére, amely lehetővé teszi, hogy az alumíniumkohászat a termikus eljárások alapjára épüljön fel és ily módon ellessék a tiszta timföld előállításának és elektrolízálásának szükségessége. 1938-ban megjelent V. P. Masovec professzor „Az alumínium elektrometallurgiája” című könyve. Ez a munka még ma is az egyetlen, amely az elektrolitikus úton történő alumíniumelőállítás folyamatának elméletét rendszerezi és részletesen ismerteti. V. P. Masovec ebben a munkájában lényegileg tovább fejlesztette P. P. Fedotjev az alumíniumkohásban lefolyó elektrolízis mechanizmusáról kidolgozott elméletét. Ugyanebben az évben 1938-ban megjelent T. F. Antipin és tanítványainak „Olvasztott sók elektrokémiája” című közös munkája, amely az olvadt állapotban lévő fűrdők elektrolízisével foglalkozó elméleti munkákat tudományos alapon általánosította. Az 1944. évben közzétették Ju. V. Bajmakov „Elektrolízis a metallurgiában” című könyvét, amely P. P. Fedotjev a könnyűfémek elektrometallurgiájáról szóló előadása alkalmával gyűjtött pedagógiai tapasztalatait fejleszti tovább. Rendkívül nagy és tudományos, nemkülönben gyakorlati jelentőséget tulajdonítanak V. M. Guszkov professzor 1945-ben „Az alumínium elektrolitikus finomítása” címmel megjelent könyvének. Ebben részletesen ismerteti a 99.99%-os és ennél finomabb alumínium előállításának valamennyi technológiai feltételét. V. M. Guszkov munkájában meghatározta az elektrolit összetételét és különféle kádkonstrukciókat szerkesztett. A kohászattal foglalkozó szovjet tudomány állandó fejlődését bizonyítja Bjelajev professzor napjainkban megjelenő munkái is, amelyek az alumínium elektrolízis elméletével és az elektrolízis kádak üzemvitelének javításával foglalkoznak.

A szovjet tudósok és kutatók munkái eredményeként, amelyeket az elektrolit fiziko-kémiai tulajdonságainak tanulmányozása, az elektrolízis elméletének megteremtése, a timföldgyártás technológiai eljárásainak elméleti megvilágítása, tudományos munkák, monografiák, tankönyvek kiadása terén végeztek, az alumínium metallurgiájával foglalkozó szovjet tudomány világviszonylatban is az első helyet foglalja el.

Felemelt öt éves tervünk a magyar alumíniumipar termelésének nagyfokú emelését irányozta elő. A szocializmus eredményes építése, országunk szabadságának és függetlenségének megtartása elképzelhetetlen fejlett alumíniumipar nélkül. A Szovjetunió segítségével tette lehetővé, hogy a felszabadulás után üzemünket újjáépíthessük, a haladó technika követelményeinek megfelelően átszervezhessük és fejleszthessük. A Szovjetunió látta el üzemünket a termeléshez szükséges nyersanyagokkal, így főleg anódmasszával, fluórvagyületekkel. Enélkül a segítség nélkül üzemünk nem tudtak volna megindulni. Mérnökeink ma Magyarországon tartózkodó szovjet szakértők tapasztalatainak állandó átültetésével javítják az üzemek munkáját, emelik a teljesítményt és termelékenyebbé teszik a munkát. Sz. I. Gurkin szovjet mérnök újításai egyik gyárüzemünk teljesítményének jelentős emelkedésével és import nyersanyagok felhasználásának számottevő csökkentésével jártak. A gépi berendezések tökéletesítését és a timföld kalcinálásnál fellépő porzasi veszteség csökkentését jelentő újításokat vettünk át. A vegyi folyamatok optimális levezetése terén Agranovszkij szovjet mérnök számos javaslatának megvalósítása jelentősen előrehaladást. A felsorolást még sokáig lehetne folytatni a bauxitbányászat, a timföldgyártás és az olvadékelektrolízis területén egyaránt. A magyar alumíniumipar dolgozói szovjet munkatársakat úgy ismerik, mint mindig segíteni kész, nagytudású, kedves, szerény dolgozókat, akiknek éleslátását az állandó szigorú kritika és önkritika fejlesztette ki. Dolgozóink tudatában vannak annak, hogy a Sztálin vezette hatalmas béketábor erősítése a magyar alumíniumipar frontján elsősorban a szovjet műszaki segítségnyújtás által volt elérhető és lesz fokozható a jövőben.

*Buray Zoltán:*

## Az alumínium kötés módjai I.

(Az alumínium hegesztése)

ft. 22. —

Az ismert hegesztési eljárásokon kívül részletesen ismerteti a legkorszerűbb és alumínium technológiájában igen nagy jelentőségű hegesztő eljárásokat, mint amilyenek a védőgáz alatti hegesztések és az ellenállás hegesztés.

A könyv részletes ismertetésére lapunkban visszatérünk.



## A FÉMIPARI KUTATÓ INTÉZET KÖZLEMÉNYEI

Az alumíniumdesztilláció és az alumíniumércredukció néhány problémája  
szovjet kutatások felhasználásával

Írta: VASSEL K. RÓBERT

Автор: Вассел К. Роберт.

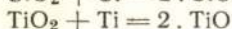
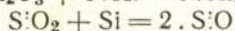
Некоторые проблемы дистилляции алюминия и восстановления алюминиевой руды с использованием советские опыты.

Einige Probleme der Aluminiumdestillation und Aluminiumreduktion im Spiegel der Sovietischen wissenschaftlichen Veröffentlichungen von K. R. Vassel.

Some Problems of the Catalytic Distillation and Reduction of Aluminium in the Recent Sovietic Publications BY K. R. VASSEL.

Az alumíniumdesztilláció, ill. alumíniumdesztilláció kérdése, mint ismeretes, egyre növekvő szerepet tölt be minden fejlődő ipari állam kutatási programjában. Az eljárás lényege röviden az, hogy megfelelő nyomás és hőmérséklet mellett, a kiindulási anyagból, — mely lehet akár „hulladékötvezet“, akár pedig redukált érc — gőzalakban eltávolítjuk az alumíniumfémét. A folyamat során több esetben nehéz megállapítani, hogy desztillálással, tehát folyadékfázis közbeiktatásával, vagy szublimációval, azaz közvetlenül a szilárd fázisból kapjuk-e az alumíniumgőzt. E bizonytalanság oka az, hogy a csökkentett nyomású eljárásoknál gyakran az ú. n. hármaspont közelében vagyunk és a reakciók során bekövetkező nyomásnövekedés folytán „átcsúszunk“ a hármaspont fölé. A gőzalakban történő alumínium-eltávolításnál rendszerint több érdekes jelenséggel találkozunk, melyek közül az itt soronkövetkező tárgyalás szempontjából kiemelem a közbenső, ú. n. *szubvegyületeket*, valamint a fémek és kötéseik desztillálásánál fellépő *reakciósebességet*.

Magasabb hőmérsékleten az alumínium a szilíciumhoz és a titánhoz hasonlóan reverzibilisen alacsonyabb vegyértékű kötéseket is képez, a normál (Al-nál 3, Si- és Ti-nél 4) vegyértékű mellett. Ezek közül a mai napig a szuboxidok és szubhalogenidek létezéséről győződtek meg. A szuboxidok képződését az említett elemekre nézve a következőképpen képzelhetjük el:



A szubhalogenidek közül eddig csak az Al-kötések ismeretesek:



ahol a (Hal) lehet fluor, klór, bróm, jód.

A reverzibilitás úgy értendő, hogy alacsonyabb hőmérsékleten a szubkötések rendszerint ismét visszalakulnak normál-kötésekké, tiszta fém felszabadulása, ill. kikristályosodása mellett. Ennek viszont az a következménye, hogy szilárd, „kézzelfogható“ alakban 1951-ig csak a SiO és TiO volt ismeretes, főleg Geld és Kochnev kutatásai alapján (1). 1951-ben a

Szovjet Alumínium-Magnézium Kutató Intézetben Beleckij és Rapoportnak sikerült SiO mellett  $\text{Al}_2\text{O}$ -t is szilárd állapotban, kristályos alakban előállítani (2).

Míg az előjában említett hulladékötvezetekből az alumínium kidesztillálása a Muracs és Zaplatinó (3) által már 1940-ben megjelölt utak valamelyikén gyakorlatilag kivitelezhetőnek tekinthető, addig az érc redukálása és a termék desztillálása még számos problémát rejt magában. Itt szeretném esetleges félreértések elkerülése végett tisztázni azt, hogy „hulladékötvezeteknél“ Al-bázisú ötvözzel, fémekkel szemben, míg a „redukált ércnél“ az Al mellett *nagyságrendileg azonos mennyiségű*, vagy esetleg még több egyéb fém is jelen van.

Az érc redukálása többnyire elektrotechnikusan, szén segítségével történik és a kinyert termék a vas-oxidtartalomtól függően szilikoalumínium, vagy ferroszilikoalumínium. A szilikoalumínium előállításának energiaszükséglete a timföldből kriolitizált elektrolízissel történő Al előállításának ugyan csak kb. 70%-a (20.000 kWó/t helyett 13.000–14.000 kWó/t), azonban az ehhez szükséges hőmérséklet sokkal magasabb, 1800–2000° C nagyságrendű (szemben az elektrolitikus 800–1000 C fokkal). A magas hőmérsékleten az  $\text{Al}_2\text{O}_3$  és  $\text{SiO}_2$  redukálás, ill. CO-képződés mellett — főleg kisebb  $\text{SiO}_2$ -tartalom esetén — alumíniumkarbid képződése is bekövetkezhet (4). Nagyobbmennyiségű  $\text{SiO}_2$  jelenléte esetén a karbidképződési veszély csökken, mert egyrészt a SiC képződési reakció egyensúlyi tényezője igen csekély, másrészt pedig az alumínium „oldódik“ a szilíciumban, ill. vele eutektikus elegyet alkot (5).

Beleckij és Rapoport mérései szerint az előző redukció során a fenti Al, Si,  $\text{Al}_4\text{C}_3$ , SiC és a maradék  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , ill.  $\text{SiO}_2$  mellett  $\text{Al}_2\text{O}$  és SiO is keletkezik. Nevezettek kaptak azonban  $\text{Al}_2\text{O}$ -t közvetlenül alumíniumból és alumíniumoxidból kiindulva is, tehát az eredmény (azaz az  $\text{Al}_2\text{O}$ ) független az Al eredetétől, csupán a hőmérséklet és a reakció-időtartam függvénye.

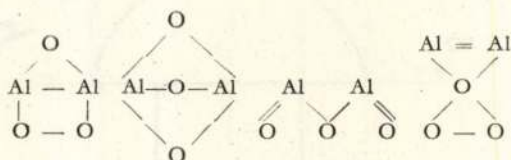
A kérdéses fémek (Al, Si, Ti) magas hőmérsékleten észlelt kötés-vegyértékcsökkenését igen könnyen elképzelhetjük magunknak az anyagok elektronhéjfelépítése és telítődése alapján. Az Al, Si, Ti és mellettük az O, F, Cl felépítése a következő (6):

Vegyjel	Elektroncsoportok	Külső elektronok száma	„Páratlan“ illetve a telítetlen héjban lévő elektronok száma
Al	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^1$	3	1 ill. 1
Si	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^2$	4	2 „ 2
Ti	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^2 4s^2$	4	2 „ 2
O	$1s^2 2s^2 2p^4$	6	2 „ 4
F	$1s^2 2s^2 2p^5$	7	1 „ 5
Cl	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$	7	1 „ 5



A táblázathoz még hozzá szeretném fűzni, hogy „külső elektronok” alatt értik a nem-telített elektroncsoport (ill. bizonyos elemeknél elektroncsoportok) héjaiban lévő elektronokat. E héjak lehetnek telítettek és telítetlenek vegyesen, telítődés az „s”-héjaknál 2, a „p”-héjaknál 6, a „d”-héjaknál 10 és az „f”-héjaknál 14 elektron esetén következik be. A „páratlan” elektronok száma jelzi azt, hogy az elem hány elektronja lép erős kötésbe más elem elektronjaival (heteropolar kötések), figyelembe véve azt, hogy mindig két-két elektron párosul és ad párhuzam, vagy antipárhuzam mágneses nyomatékot (spin-t).

Al esetén tehát magasabb hőmérsékleten már csak az egyetlen páratlan  $3p^1$  elektron ad stabil kötés az oxigénnel és a halogén elemekkel, tehát a kötés-vegyérték csökken egyre. Az alumíniumokid,  $Al_2O_3$  kötését véleményem szerint a következő négy lehetőség valamelyike szerint képzelhetjük el magunknak:



Az előbbieket figyelembe vételével valószínűnek látszik, hogy a második, vagy harmadik esetet állunk szemben, melyek bármelyikénél az eredeti láncról könnyen leszakadhat a két szélső O-atom. Ezek azután „szívesen” kötésbe lépnek egy-egy Al-atompárral. Halogénidek esetén a kötés az előbbi második esethez hasonló.

Beleckij és Rapoport beszámol azokról a nehézségekről, amelyek az újonnan feltárt  $Al_2O$  azonosításánál fel léptek. Ide tartozik a mérések nehéz reprodukálhatósága és az  $Al_2O$ -nak az  $AlN$ -nel való nagy kristálytani hasonlósága is. Itt kell megemlíteni, hogy csak kismértékben csökkentett nyomásnál, levegő jelenléte esetén erősen számolni kell az  $AlN$  megjelenésével, sőt magasabb hőmérséklet esetén az alumíniumkarbonitriddel ( $Al_4C_3N$ ) is (2). A mérések mikroszkopos, kristályoptikai, röntgensugárral történő finomszerkezeti (szélszórás és visszavert sugárzású), tehát fizikai, továbbá színre, fajsúlyra és vegyi reagensekkel szemben tanúsított ellenállásra kiterjedő vizsgálatokból álltak.

E kiterjedt és igen pontos mérések alapján sem sikerült teljes mértékben tisztázni, hogy az  $Al_2O$  melyik kristálytani szimmetriacsoportba tartozik és így további kötés- és szerkezetlemzésre van szükség.

Már rámutattunk arra, hogy az alumíniumérc redukált termékének desztillálása is még számos problémát rejt magában. Ezek a következő főbb csoportokba sorolhatók:

- a) a párolgási hő értéke; ez a „katalizáló” segédanyag, gyakorlatilag első sorban az  $AlCl_3$  segítségével csökkenthető,
- b) a gőznyomás értéke; ezt a hőmérséklet, a „külső” (többnyire csökkentett) nyomás és a „katalizáló” segédanyagok határozzák meg,

- c) a reakciósebesség, ill. a kihozatal; ez főleg a reakciófelület méretétől és minőségétől, az esetleges szennyező, ill. modifikáló anyagoktól és a felülettel történő eltávolítási, ill. a felületre jutási sebességtől függ (7).

Fémek és fémötvözetek vákuum, valamint magas hőmérséklet mellett történő vizsgálatára alkalmas, igen praktikus és aránylag egyszerű berendezést a Szovjet Tudományos Akadémia „Bajkov” Kohászati Kutató Intézetében Lozinszkij és Bogdanov dolgozott ki 1948-ban (8). Ennek segítségével mérhető a párolgási sebesség, könnyen eltávolítható belőle az esetleges reakció eredményeképpen kapott kondenzátum, szabályozható a nyomás és a hőmérséklet. Bizonyos kiegészítő berendezéssel vákuum és magas hőmérséklet mellett keménység és tartóssági mérésekre is alkalmas. A kondenzátumokat Beleckij és Rapoport méréseihez hasonlóan ugyancsak főleg finomszerkezeti vizsgálatoknak vetették alá.

Mint e rövid, csak egy-két kérdést kiragadó áttekintésből is kitűnik, a Szovjetuniótól kutatóink téren, e problémakör megoldásánál is igen sok értékes útmutatást kapnak. Ismételt felhívják figyelmünket arra, hogy  $1000^\circ C$  körüli és feletti hőmérséklet mellett lefolyó reakciónál erősen számolni kell alumínium, valamint szilícium és titán esetén is a kötés-vegyérték elektronok számának csökkentésével és a reakciók több lépcsőben történő lefolyásával. Ez a körülmény bizonyos esetekben (ilyen a redukált érctermékek és a hulladékötvözetek desztillálása) kedvező, mert ilyenkor csökken a külső hőszükséglet. Más esetekben viszont (ilyen az ércredukció) igen kedvezőtlen, mert előfordulhat az, hogy idő, ill. hőhiány, vagy más okból kifolyólag a reakciósorozat éppen a szubvegyület képződésénél áll meg — lásd pl. bizonyos esetekben a  $TiO_2$  alumíniumtermékus redukciójának kérdését (5).

Láthatjuk továbbá, hogy a vizsgálatoknak első sorban a szubvegyületek keletkezési körülményeinek tisztázására, előállításukra, ill. mérhető alakba hozatalukra és részletes, nagy pontosságú fizikai, valamint vegyi mérésre kell kiterjednie. Igen fontos az alapvető mechanizmusok tisztázásánál a tiszta kiindulási anyagok kérdése is, ami éppen Beleckij és Rapoport tapasztalatai alapján, a kérdéses anyagoknál fennálló közelítő szerkezet folytán döntő jelentőségű is lehet. Igen nagy probléma ennek kapcsán a megfelelő „befogadódény” anyagának kérdése is, a magas hőmérséklet és az esetleges oldódás, ill. reakcióbalépés miatt.

#### Irodalmi hivatkozások.

1. Geld, Kochnev: Doklady A. N. SzSzsZr, LXI. kötet, 649. oldal.
2. Beleckij, Rapoport; Doklady A. N. SzSzsZr, LXXX. kötet, 751. oldal.
3. Isztrín et al.: Atolvasztott színesfémek kézikönyve III. kötet, 1951.
4. Ivanova, Zsurnal Obscej Chimii, 1951. 444. oldal.
5. Elyutin, Pavlov, Levin: Ferroötvözetgyártás, 1951.
6. Umanszkij, Finkelstein, Blanter: A metallográfia fizikai alapjai, 1949.
7. Karapetyanc: Kémiai termodinamika, 1949.
8. Gudcov et al.: Izvestija A. N. SzSzsZr, Otgyel. Techn. Nauk. 1950. 108. oldal.



## Újfajta szegecsalak könnyűfémhidak helyszíni szegecseléséhez

DR. BURAY ZOLTÁN

Автор: Др. Бурай Золтан.

Новый вид заклепок для стационарной клепки легкометаллических мостов.

Experiments with annular rivets for field riveting light metal bridges.  
by Z. Buray Dr.

Versuche mit ringförmigen Köpfen für Baustellniete bei Leichtmetallbrücken.  
von Dr. Ing. Z. Buray.

Alumíniumhidak szegecselési kérdését az 1949. és 1950-es év folyamán a Fémipari Kutató Intézet megoldotta és ennek alapján a Közlekedési Minisztérium megrendelésében a Győri Vagongyárban legyártották és Szabadszálláson fel is állították az első e kontinensi alumíniumhidat.

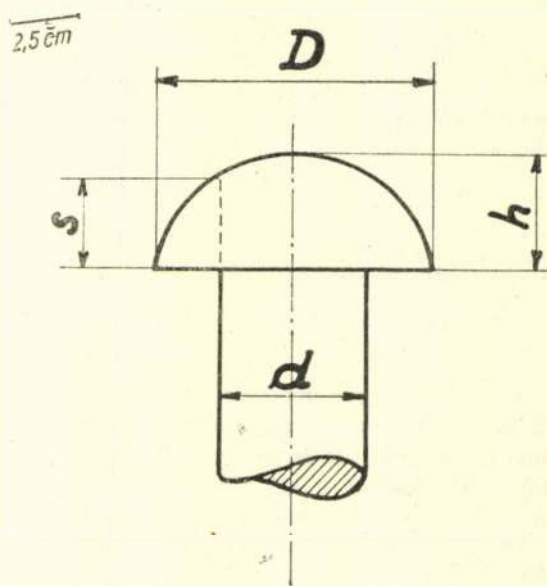
A hídnek azonban csak a gyári szegecselését tudták elvégezni az e célra kikísérletezett Dural típusú szegecsekkel,<sup>1</sup> mivel a szegecseléshez nagy erő kifejlesztésű szegecselő patkóra volt szükség. A híd szerelésénél a helyszíni kötéseket ideiglenesen kadmiumozott vascsavarokkal erősítették össze. E csavarok alumíniumszegecssekkel való kicserélése érdekében olyan különleges kiképzésű szegecsalakat kellett kikísérletezni, amely a megfelelő szilárdságú szegecsanyag mellett is lehetővé teszi a helyszínen való beszegecselést.

A nagy — 20 mm feletti — szegecsátmérőknél a szegecsfejesítéshez azért volt szükség ilyen nagy erőkire, mert a nemesíthető ötvözetből készült szegecsanyagot csak hideg állapotban lehet fejteni és a nagy deformálható térfogat alakítási munkája rövid ideig tartó igen nagy erőt igényelt. Ezek az erők az ötvözet összetételétől függően 70-től 100 tonna között változnak 20 mm Ø félgömbfejű szegecs esetében. A fejforma nagyban befolyásolja az erőszükségletet, mert mint előzetes kísérletek bebizonyították,<sup>2</sup> lapos fej alkalmazása esetén a fejező erő kb. 50%-kal kúpos fej kiképzés mellett pedig 40%-kal csökken.

Ezen a nyomon továbbhaladva keresett az Intézet olyan fejformát, amelyet a nagyméretű és nehézkes szegecselőpatkó helyett pneumatikus kézi fejező szerzővel a helyszínen is ki lehet alakítani. A deformálható tömeg csökkentése érdekében meg kellett vizsgálni, hogy a szegecsfej térfogatában melyek azok a részek, amelyek a szegecs szilárdságának, illetőleg igénybevehetőségének csökkentése nélkül nyugodtan elhagyhatók.

Tekintve, hogy az alumínium szegecselése hideg állapotban történik, a melegen vert vasszegecsknél fellépő és a fej leszakítására törekvő zsugorodó feszültségek nem lépnek fel az alumínium-szegecsnél, tehát az erőátvitel kizárólag a szegecspaláston, ill. lyukon történik és annál megbízhatóbb, minél jobban kitölti a szegecsszár a lyukat. Amennyiben az

igénybevétel tisztán nyíró (két nyírású kötés esetén) a szegecsfejre erő nem hat. Ha a nyírás mellett hajlító igénybevétel is van (egy nyírású kötés esetén), a fejre már bizonyos húzóerő is hat, amely azt leszakítani igyekszik. A szegecsfejnek tehát olyan kiképzésűnek kell lennie, hogy ennek az esetleg felépő húzóerőnek is ellen tudjon állni. Tiszta húzásra alumíniumszegecs igénybevenni nem lehet.



1. ábra.

A fej méreteit ezek alapján lehet kiszámítani. Durva közelítésben a szegecs egyenszilárdságának feltétele az, hogy a szár keresztmetszete a fej lemezre feltámaszkodó keresztmetszetével megegyezzen, valamint a fej leszakítása és lenyíródása ugyanakkora erő mellett következzen be. A fej átmérője tehát az 1. ábra jelölésével kiszámítható:

$$(D^2 - d^2) \frac{\pi}{4} = d^2 \frac{\pi}{4}$$

$$D = \sqrt{2} d$$

$$D \approx 1,4 d$$

A fej magassági mérete a nyírt keresztmetszetben az egyenszilárdság alapján:

$$d^2 \frac{\pi}{4} \sigma_B = d \pi s \tau$$

$$s \approx \frac{\sigma_B}{\tau} \frac{d}{4}$$

Feltéve, hogy

$$\tau = \frac{2}{3} \sigma_B$$

$$s \approx 0,375 d$$

<sup>1</sup> dr. Buray Z. Kísérletek nagyméretű könnyűfém-szegecs előállítására. *Alumínium*. II. (1950) 5, 6, 7, 8 sz.

<sup>2</sup> dr. Buray Z. Könnyűfémhidak szegecselési problémái. *Alumínium*. III. (1951) 2. szám.

A nyírásnál a törés kezdete az elcsúszási vonalak mentén, tehát 35–55°-ban indul meg, majd vagy a nyírás irányában, vagy a legkisebb ellenállás irányá-



ban jut tovább. Ha a csúsztató feszültségek felvételét megfelelő anyagvastagság biztosítja, a szegecsfej alumíniumszerkezetekhez alkalmazható.

E meggondolások, valamint a külföldi irodalom<sup>3</sup> tanulmányozása után kísérleteink céljából az úgynevezett köldöktípusú szegecs vizsgálatát tűztük ki. Kezdetben kétféle szegecsfejmérettel indultunk a szabadszállási híd szegecsanyagával azonos összetételű ötvözetben. A szegecsfejek fő méreteit az I., az anyagösszetételét a II. táblázat mutatja.

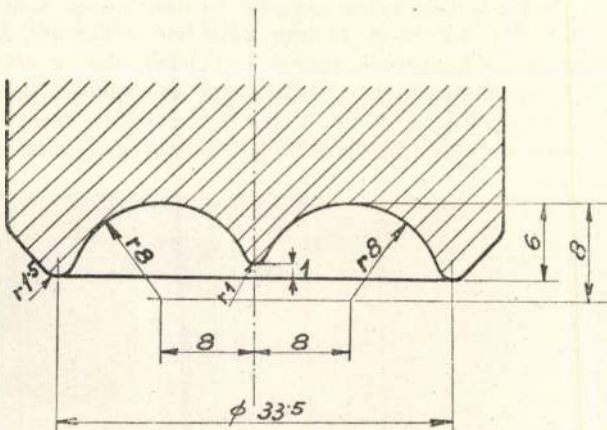
I. sz. TÁBLÁZAT

	Kisebb fej	Nagyobb fej
Fejátmérő (D) . . . . .	1,7 d	1,9 d
Fejmagasság (s) . . . . .	0,3 d	0,35 d

II. sz. TÁBLÁZAT

Alkotó	Névtelen összetétel %	Elemzett összetétel %
Cu	2,0	1,9
Mg	0,5	0,47
Si	0,1 alatt	0,09
Fe	0,2 alatt	0,19

A fejezéshez szükséges fejezőszerszám a fejeknek megfelelően kétféle méretben készült (2. és 3. sz. ábra) a szegecsszár a köldökképzésű fejezés érdekében a 4-es ábra szerinti volt. Az ilyenképpen előkészített szegecsszárok első fejezését a már előző kísérleteinknél használt acélhenger segítségével végeztük el. Fejezés előtt az anyagot  $490 \pm 5$  C-fokon 20 percig homogenizáltuk, majd vízben hűtöttük és a hőkezelés után 1–3 órán belül hajtottuk végre a fejelet MAVAG MS 50, illetőleg MS 55 jelű légpuskával. A fejezés előtt a szegecsrudak keménysége  $H_{62,5/25} = 50-52$  kg/mm<sup>2</sup> volt.

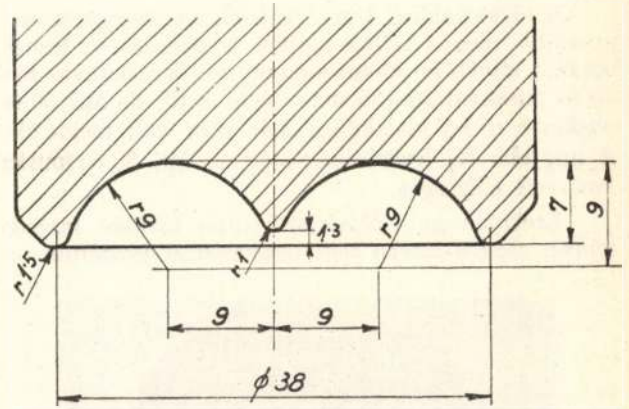


1. ábra: Félgömbfejű szegecs jellemző méretei.

Az eredetileg 19,5 mm átmérőjű szegecsrudak a fejezés során 19,9-re duzzadt. A fejezőszerszám simára csiszolt és gyengén olajozott volt.

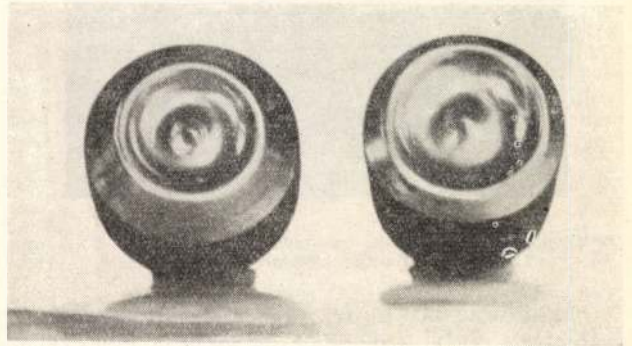
<sup>3</sup> E. Anders—D. G. Elliot: Development in the cold riveting of aluminium, Engineering 1950. aug. 11. szám.

Az elvégzett kísérletek alapján megállapítható, hogy a kisebb méretű köldökfej kialakítása acélhengerben MS 50-es puskával kb. 10 másodperc alatt,



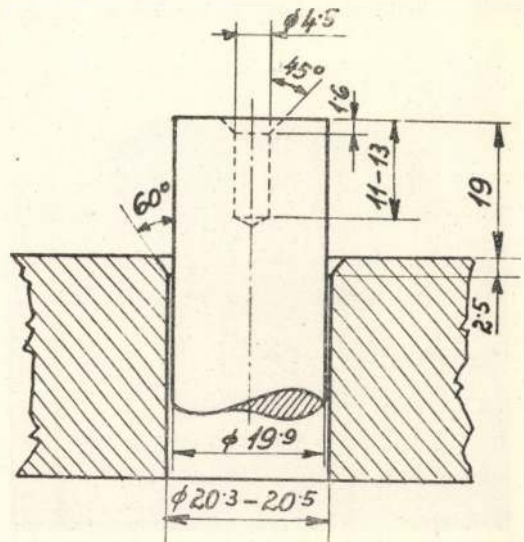
2. ábra: Köldökszegecs fejező műhelyrajza; a kisebb fej, b nagyobb fej.

míg MS 55-ös puskával kb. 6 másodperc alatt történt. Mindkét szerszámmal tökéletes kialakítású, kifogástalan fejet kaptunk. A nagyobb méretű fej, az előbbieknél



3. ábra: Köldökfejű fejezők.

hez hasonló módon az MS 50-es puskával már nem volt jól kialakítható, míg az MS 55-ös puskával kb. 15 másodperc alatt kifogástalanul lehetett levenni.



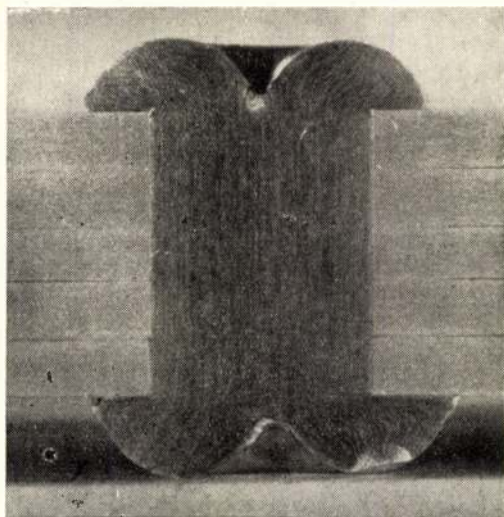
4. ábra: Szegecsszár és szegecslyuk kiképzés, köldökfejű szegecshez.



A fejezés után 8 nappal a szegecsket acél nyírókészülékben elnyírva, meghatároztuk azok nyírószilárdságát. Ez átlagértékben  $17,5 \text{ kg/mm}^2$ -nek adódott.

A továbbiakban Dural-lemezek összeszegecselését próbáltuk meg a kétféle méretű fejkiképzéssel. Ennek során a kisebb fej kifogástalanul volt kialakítható MS 55-ös puskával 20–25 másodperc alatt, de MS 50-es puskával a fej kialakítása már nem volt megfelelő. A nagyobb fej leveréséhez még az MS 55-ös puska sem volt elegendő.

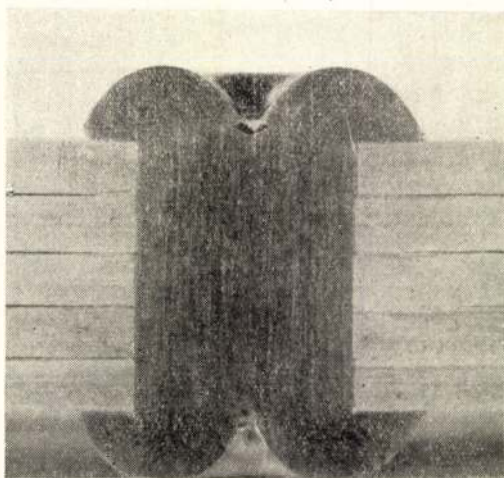
Ezekután az előkísérletek után további kísérleteinket csak a kisebb fejű szegecssekkel folytattuk.



5. ábra: 19,9 mm Ø-jű szegecs lyukkitöltése 20,3 mm lyukba szegelve.

Mindenekelőtt a fej kialakításához szükséges szárhosszat, a furat méreteit, valamint a lyukkitöltés mértékét állapítottuk meg. E szárhossz természetesen a rúd átmérőjének, a teljes szárhossznak és a lyuk toleranciájának is a függvénye a fejező méretein kívül. Kísérleteinknél 19 mm volt a megfelelő hosszúság.

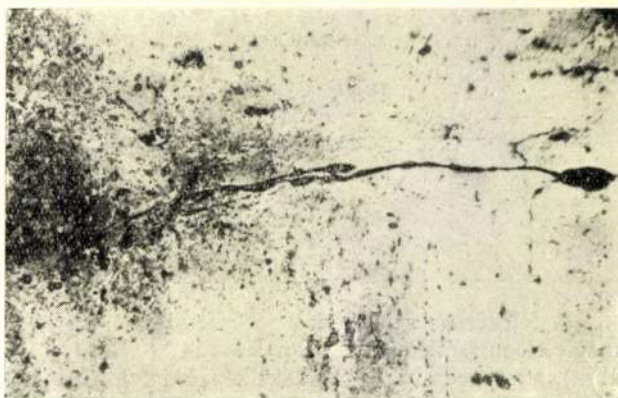
A 19,9 mm Ø-jű szegecsket 20,1; 20,3; 20,5 és 20,7 mm Ø-jű, — nemes Dural-lemezekbe dörzsárral dörzsölt — lyukakba illesztve fejeztük és azt találtuk,



6. ábra: 19,9 mm Ø-jű szegecs lyukkitöltése 20,7 mm lyukba szegelve.

hogy a szegecsszár lyukkitöltése mind a négy méretnél megfelelő volt. Az 5. sz. ábra a 20,3 mm Ø-jű furatba szegecselt, a 6. sz. ábra pedig a 20,7 mm Ø-jű furatba szegecselt szegecs lyukkitöltését mutatja. Jól látható mindkét makrometszeten, hogy a szegecsszár a folyáshatár feletti nyomóerő hatására a nem egészen pontosan illeszkedő lemezek hézagába behatolt, valamint a kissé eltolódott lemezzségeket kitöltötte. A megfelelő nyomás eredményeként a lemezek meglehetősen összeszorultak.

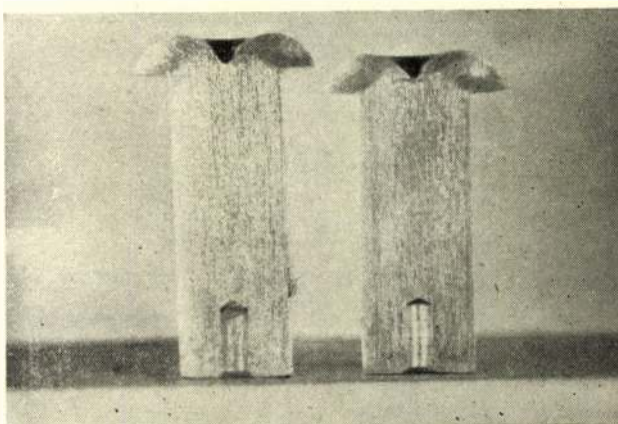
A makroképeken látható, hogy a fej furata túl mély volt, minek következtében a fejező nyomás hatására az éles furatsarokból kiinduló repedések mutatkoztak. Ilyen repedést ábrázol 100-szoros nagyításban a 7. sz. ábra. E repedés természetesen nem tűrhető a fejben, hiszen a fejre ható legkisebb húzó-igénybevételénél annak lepatтанását vonhatja maga után. Ezért meg



7. ábra: A szegecsszár furatából kiinduló repedés, fejezés után.

kellett állapítani a legmegfelelőbb furatmélységet. Ennek tekintetbe kell venni, hogy a fejező szerszám hegyes csúcsa túl nagy tömörítést végezni nem tud, mert leörlik, viszont a fúrt lyuk végének bizonyos mértékű tömörítésére a repedési veszély elkerülése érdekében szükség van.

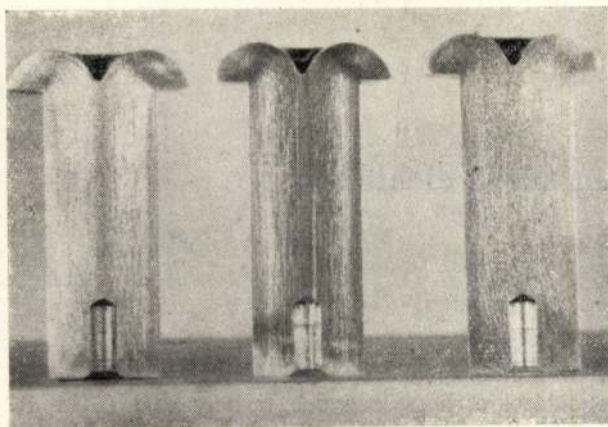
A fej kialakítására szolgáló 19 mm hosszú szárban 11, 12, 13, 14 és 15 mm mély lyukat fúrtunk. A fejezést acélhengerben végeztük. Fejezés után a szegecsket hosszirányban kettévágtuk és makróvizsgálatra marattuk. A 8. és 9. sz. ábra ezeket a makróképeket mutatja. Az ábrákból jól látható a 15 mm-es



8. ábra: 14 és 15 mm mély furattal képzett fej.



furat mélységnél még a furat vége. A 14 mm-nél már éppen kitöltötte a fejező a furatot, ami a párhuzamosan a mélyedésig futó folyási vonalakból jól látszik. Éppen a folyási vonalak megfigyelése után láthatjuk, hogy 13 mm-nél a fejezőszerszám deformációt alig végzett, míg 11 mm-nél a deformáció már kb. 0,5 mm mélységig terjed.



9. ábra: 11, 12 és 13 mm mély furattal képzett fej.

A 2. sz. ábra szerinti méretben elkészített fejezőszerszám használata esetén tehát 20 mm  $\varnothing$ -jú szegecsnél, 19 mm fejhosszat és 11–13 mm mély furatot kell alkalmazni. A fejezőszerszám jó vezetése érdekében a furat széle 45°-ban kissé sülyesztendő. (4. sz. ábra.) A furat  $\varnothing$ -je nem kritikus és csak a szerszám vezetésére szolgál.

A folyási vonalak vizsgálatánál kitűnik, hogy a köldökszegecsnél a fej kialakításához — mint, ami a kiindulási feltevés is volt — lényegesen kisebb anyagmozgás, tehát deformáció szükséges, mint például a félgömbfejű, vagy kúpos szegecshez. A 10. sz. ábrán látható 20 mm  $\varnothing$ -jú félgömbfejű és laposfejű szegecs fejénél a folyásvonalak igen nagy töréseket mutatnak, míg a köldökfejű szegecsnél ezek kialakulása sokkal kedvezőbbek.

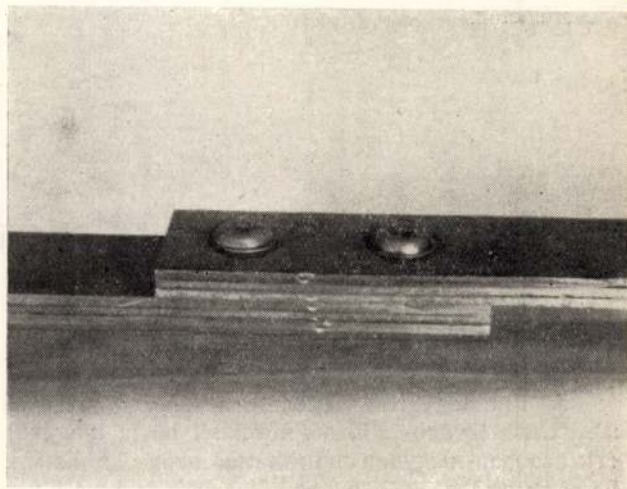
Az ilyen meghatározott méretű és kialakítású szegecssekkel két és egy nyírási kötéseket készítettünk a



10. ábra: 20 mm  $\varnothing$ -jú lapos- és félgömbfejű szegecs makró-metszete.

sztatikus és fásztó vizsgálatok elvégzéséhez. A kötések a rendelkezésre álló 5 mm-es Dural-lemezekből készültek a 11. és 12. sz. ábra szerinti elrendezésben. A kötések szélessége és a szegecsosztás 80 mm volt.

A statikus szakítás a fejezés után 8 nap múlva

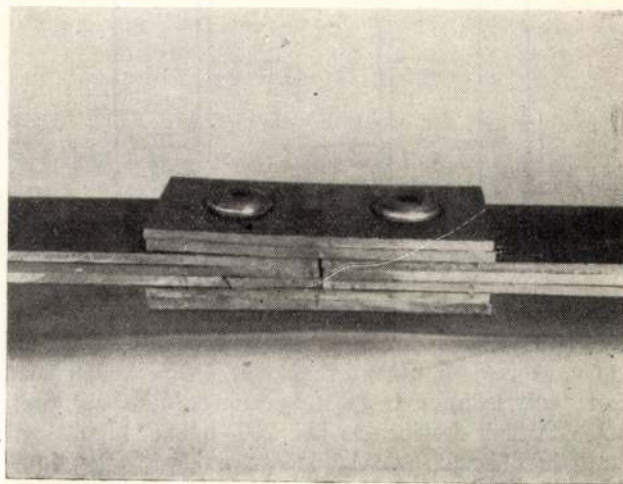


11. ábra: Egynyírási kötés.

történt. Az egynyírási kötés  $\tau = 16,4 \text{ kg/mm}^2$ , a kétnyírási  $\tau = 15,8 \text{ kg/mm}^2$ -t adott.

A fásztásnál a lemezek nem működtek megfelelően, ezért egyrészt a kötés berázódott, másrészt a törés csaknem kivétel nélkül az egyes lemezekben szegecslyukból kiindulva következett be. Ennek ellenére megállapítható, hogy a  $2 \times 10^6$  igénybevételi változást  $0,8 \text{ kg/mm}^2$  alapterhelés és  $8 \text{ kg/mm}^2$  csúcsterhelés között mind az egy-, mind a kétirányú kötések kiállottak.

A kísérletek eredményeit összefoglalva megállapítást nyert egy olyan fejforma, amely 20 mm átmérőnél Dural-anyagnál nemes Dural-lemezbe szegecselő légpuskával fejelhető. A fej sem egy-, sem kétnyírási statikus, vagy dinamikus igénybevételnél nem pattan le, a szegecs az alkalmazott nyomás mellett a szegecslyukat jól kitölti, így a szükséges sűrűsödést a lyuk és a szegecspalást között biztosítja



12. ábra: Kétnyírási kötés.



anélkül, hogy a lemezben káros deformációt idézne elő.

Mindezek alapján megállapítható, hogy köldök-típusú szegecsek a helyszíni légszerszámmal való szegecselésre alkalmasak, így a szabadszállási hid provizórikus csavarkötései ezzel az eljárással szegecsekre kicserélhetők.

\*

A kísérletek befejezésekor köszönetet kell mondanunk a MÁVAG Anyagvizsgáló Laboratórium dolgozóinak, de különösen Galbavy László kartársnak azért a szívélyes és szolgálatkész támogatásért, amivel a kísérletek lefolytatását lehetővé tették, és mindenben segítettek, valamint a Fémipari Kutató Intézetben dr. Vargha György kartársnak a makroszkópi felvételek gondos elkészítéséért.

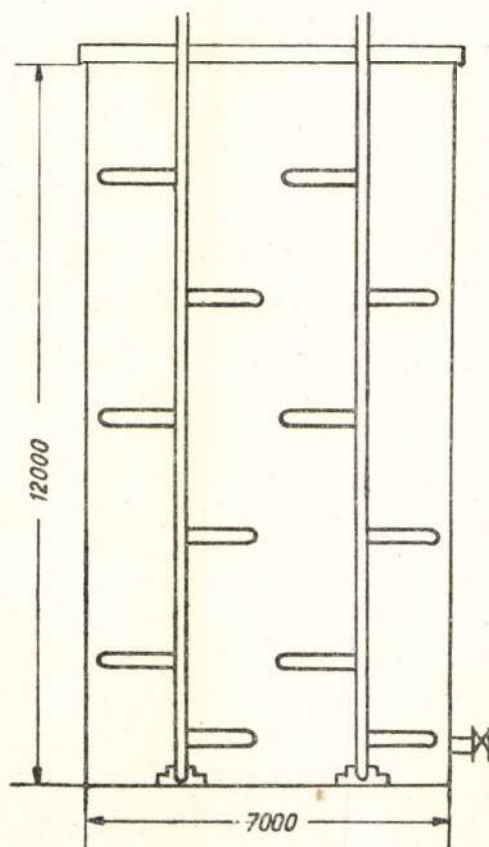
## Timföldgyári alumíniumhidrát előállítása

BOGÁRDI ENDRE

(2. rész)

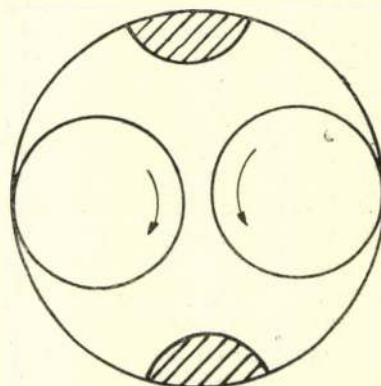
A timföldgyártás fejlődése a kikeverőtartányok méreteinek további állandó növelését hozta magával, ezt azonban nagyban hátráltatta azon körülmény, hogy nagyobb tartányméretre esetében a keverő-ten-

mális üzembeli áramfelvétel 4–5-szörösét is felveheti indításkor. Ezen nehézségek vezettek olyan megoldásokra, hogy nagyobb tartányoknál (6 m átmérő felett) a keverést már kettős keverővel kellett megoldani (3. ábra), ami azaz az előnnyel is jár, hogy a kettős keverő által örvénylésben jövő folyadék intenzívebben keveredik. Igaz azonban az is, hogy keveredésmentes holtterek létesülésére is van lehetőség. (4. ábra.)



3. ábra.

gelty és keverőszárat rendkívül erősen kellett már készíteni, tekintve hogy a keverőnek már egy 6×6 m-es tartány esetében is kb. 200 tonna lúgot kell mozgásba hozni, ami különösen a keverés megindításakor rendkívül nagy igénybevételt jelent, amit az is jelez, hogy pl. a keverőt hajtó elektrómotor a nor-



4. ábra.

A mechanikusan kikeverő üzemszám üzemfenntartás és áramfogyasztás szempontjából a timföldgyártás legköltségesebb munkafázisa. A keverőberendezés állandó felügyeletet és karbantartást igényel. A sok forgóalkatrész kopása és sérülése csapágyak, fogaskerekek stb. gyakori cserélését vonja maga után. A nagyszámú elektrómotor karbantartása és a tekintélyes kenőanyagfogyasztás sem elhanyagolható költségtényező. Ezen klasszikus kikeverési eljárás megváltoztatására, fenti okok folytán, már régebbi idő óta voltak törekvések. Így például megkísérelték az alumínátlúg mozgató szivattyús cirkuláltatás segítségével megoldani, azonban ezen módszer is nagy energiafogyasztással járt és a várt megtakarítás sem mutatkozott. Lényeges haladás ezen a téren egyedül a pneumatikus keverés bevezetésével volt elérhető.



A légkikeverést külföldön már régebben alkalmazták és az újabban épülő timföldgyárak már kizárólag erre rendezkednek be. Így a Szovjetunióban is már régebben használatosak az M. N. Szmirnov által szerkesztett légkikeveréses kikeverők. Hazánkban mind- ezideig kizárólag mechanikusan kikeverő berendezések találhatók. A fejlődési iránynak megfelelően azonban szükségesnek látszott, hogy a légkikeverés bevezetésére intézkedések történjenek, amit a fejlődésnek induló belföldi timföldipar is egyre jobban követelt. Tekintve, hogy a légkikeveréssel kapott eredményekről igen kevés irodalmi adat állott rendelkezésre, szükségszerűnek látszott kisüzemi kísérletek előzetes lefolytatása. (Hozzájárult ennek szükségességéhez az is, hogy timföldgyári szakembereink a légkikeverés alkalmazásával az alumínátlúg erős szódásodására számítottak.)

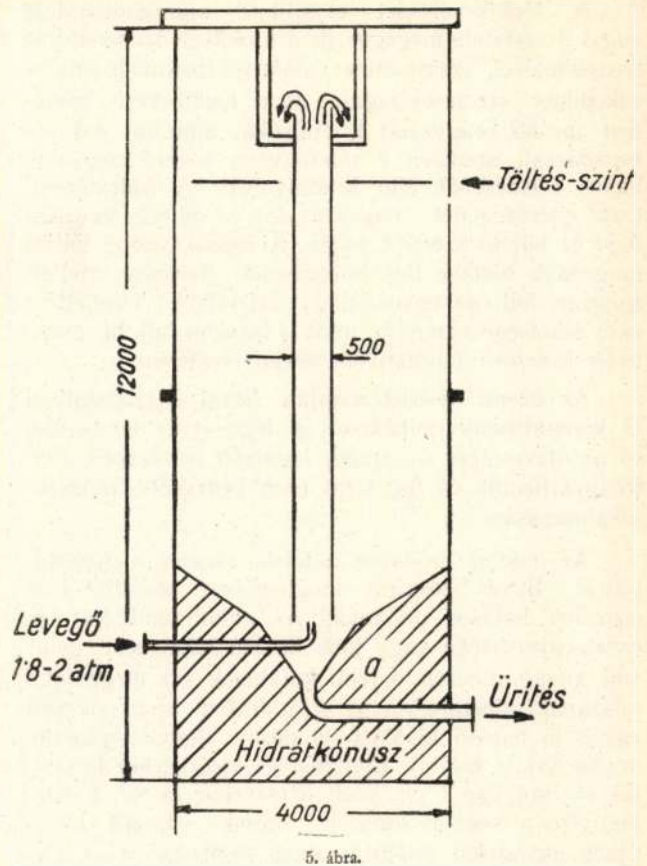
A kisüzemi kísérletek a Magyaróvári Timföldgyár telepén kerültek végrehajtásra. (Alumínium, 1950. 1. sz. 110. Bartha L. — Dr. Evva.) A kísérletek az üzem kikeverőrézslégében elhelyezett 3 m<sup>3</sup>-es kónuszos fenékű tartányban történtek. Kénc kísérletet végeztek az üzemben kikeverésre kerülő alumínátlúg felhasználásával. A kísérletek adatai szerint a légkikeveréssel mozgatott alumínátlúgból az alumíniumhidrát kiválás ugyanolyan, sőt némely esetben kedvezőbb mértékben haadt előre, mint az ugyanazon anyaggal töltött mechanikusan kevert tartányokban. A levegő a befúvatás előtt nem lett szén-savmentesítve, ennek ellenére egyáltalán nem, vagy csak igen kis mértékben volt észlelhető a szódatar-talom növekedése, tehát a szódásodástól való félelem alaptalannak bizonyult.

Az eredményes kisüzemi kísérletek után került sor az üzemszerű kísérletre, szintén a fenti timföldgyárban. Gyors megoldás céljából az üzemi légkikeverő berendezés két régebbi kisebb méretű üzemi mechanikus keverőtartányból lett összeállítva, amennyiben a két tartány egymásra helyezésével egy 12 m magas, 4 m átmérőjű, kb. 150 m<sup>3</sup>-es tartány volt előállítható, ami centrikusan beépített aerolift-csővel és levegőbefúvatócsővel elátva az üzemszerű légkikeverés céljára alkalmasnak bizonyult. (5. ábra.)

A tartány tehát a légkikeverő szokásos alakjától eltérően nem birt kónuszos fenékkal, azonban rövid idei üzem után már szükségesnek látszott az  $\alpha$ -val jelölt tölcser beépítése. Ezáltal a tartányban keveredő hidrátos lúgból önmagától kialakult hidrátból a megfelelő kónuszos fenékforma.

A légkikeverőt kb. 60 C fokos normális összetételű alumínátlúggal töltik megfelelő töltési magasságig. (Erős áramlás miatt a légkeverő tartányt nem lehet annyira megtölteni, mint a mechanikus keverős berendezést.) A keverés folyamán a lúg hőfoka naponta 4–5° C esik, tehát a hűlési viszonyok kedvezőbbek, miért is lehetséges, hogy pusztán légkikeverőkkel működő timföldgyár a léghűtő berendezést (körting készülék) nélkülözheti. A levegő 1,8–2 atm. nyomással végzi a keverést (csak esetleges eldugulások idején kell a nyomást 5–6 atm.-ra felemelni).

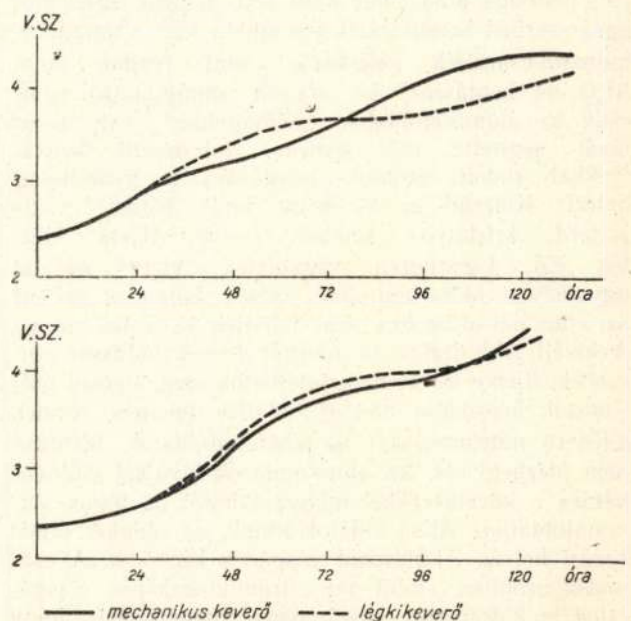
Az üzemi légkikeverővel kapott eredmények is teljes mértékben igazolták a kisüzemi kísérlet ered-



5. ábra.

ményeit, aminek alapján a kísérleti légkikeverő tartály már f. év máj. óta folyamatosan működik és részt vesz az üzemi termelésben.

Számos kísérlet adatából alábbiakban összehasonlítva a légkikeverőben és az üzemi mechanikus keverőben egyidőben kikevert ugyanazon alumínátlúg viszonyszám emelkedésének értékeit, a következőket láthatjuk:



6. ábra.



A légkikeveréssel előállított alumíniumhidrát vegyi összetétele megegyezik a szokásos üzemi hidrát összetételével, szemcsézete valamivel finomabb. Mikroszkopikus szemcsevizsgálat is a légkikeverő esetében apróbb beágyazott kristályokat mutatott sok rátapadással, szemben a mechanikus keverő nagyobb, egyes szemcséből álló kristályaival. A hidrátszemcsék eltérőségének magyarázatát az eltérő keverési mód és hőfokviszonyok adják. A légkikeverőbe töltött magasabb hőfokú lúg intenzívebb keverés mellett gyorsan hűl, az egyes nagy kristályok kifejlődése nem lehetséges annyira, mint a lassúbb hűlésű, gyengébb keverésű mechanikus keverő esetében.

Az üzemi kísérlet alapján hazai viszonylatban is kíváncsiak mutatkozik a légkeverés bevezetése és az ötéves terv folyamán, legalább is részben, timföldgyártásunk rá fog térni ezen kedvezőbb módszer alkalmazására.

Az eddigi irodalmi adatok szerint a timföldhidrát Bayer szerinti megbontásos előállításánál egyetlen hatásos oltóanyag az alumíniumhidrát, és ezzel egyenértékű vagy jobb hatású kikeverést gyorsító anyag nincsen. Újabb kutatások ezt megcáfolni látszanak, amennyiben az Al-hidráton kívül sikerült egyéb jó hatású kiválaszt előidéző, illetve gyorsító anyagokat is találni. Eredményes kísérleteket folytatnak ez irányban F. F. Wolf Kuznyecov és Sz. I. Szerbnyikova szovjet kutatók, kiknek sikerült olyan újabb anyagokat találni, melyek segítségével az alumínátoldatok bomlása szintén gyorsítható volt. (Zsurnal Prikladnoj Chimii, 1950. 1. sz. 60. o.)

Vizsgálataik szerint az alumíniumsók ( $\text{AlF}_3$ ,  $\text{AlCl}_3$ ), vas és titánoxidok géljei, kén és vas szulfátjai, alumíniumpor, królium hatásosak. Leghatásosabbnak bizonyultak az alumíniumsók. A lefolytatott kísérletek szerint az oldatban levő  $\text{Al}_2\text{O}_3$  1%-ának megfelelő Al só és pedig alumíniumflorid ( $\text{AlF}_3$ ) adagolásának hatására az oldat  $\text{Al}_2\text{O}_3$  tartalmának 150%-át kitevő hidrargillites  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -mal beoltott oldattal szemben az alumíniumsóval kezelt oldat a kezdeti indukciós periódus után, mely alatt bomlás nem észlelhető, ugrásszerűen bomlik és 24 óra múlva több alumíniumhidroxid-csapadék keletkezik, mint rendes úton,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -as bontással. Az adagolt alumíniumsó nemcsak az alumínátoldatok „önmaguktól” való bomlását segítette elő, hanem al-hidroxid kristályokkal oldott oldatok bomlására is gyorsítólag hatott. Kiderült az is, hogy fenti hatást csakis szilárd, kristályos alakban bevitt Al-sók idéztek elő. Ugyanezen vegyületek vizes oldatait ugyanolyan időtartam alatt azonos feltételek mellett az alumínátoldatokra nem fejtettek ki bontó hatást. A kivált Al-hidrátra az adagolt Al-sók hatással nincsenek, illetve benne nem találhatók meg, hanem nátriumsók képződése mellett oldatba mennek. Ennek ellenére nátriumsókkal az alumínátoldatok bomlása nem idézhető elő. Az alumíniumsók kiválaszt előidéző hatása a következőkkel magyarázható: ha lúgos alumínátoldathoz Al-só oldatot adunk, az oldatok érintkezési helyén Al-hidroxid csapadék képződik. A csapadék azonban, amint azt ultramikroszkopos vizsgálatok is kiderítették, olyan nagy diszperzitású, hogy az alumínátoldat lúgfeleslegében nyom nélkül felol-

dódik. Szilárd alumíniumsók adagolása esetén szintén csak oldódás észlelhető, az ultramikroszkopos vizsgálatok szerint azonban, szemben az oldat formájában adagolt sók esetével, nagyobb méretű Al-hidroxid részecskék keletkeznek az alumíniumsó és alumínátoldat  $\text{NaOH}$ -jának reakciója következtében, melyek nagyobb ellenállóképességgel bíró kristályosodási góccok szerepét töltik be. Innen van az, hogy a szilárd alumíniumsók adagolásával az alumíniumhidroxiddal azonos hatás érhető el. Megfigyeléseik szerint az alumíniumsók adagolásával elért bomlási sebesség növelésénél ugyanazok az optimális feltételek, mint hidrargillites beoltásnál.

Folytak üzemi kísérletek dr. Lőb kartársunk kezdeményezésére alumínátoldatok bomlásának előidézésére, ill. gyorsítására egy, a timföldüzemben megtalálható anyag, az ú. n. „lurgi por” felhasználásával.

Mint ismeretes, a timföldgyári alumíniumhidrát kalcináló kemencék füstgázokkal eltávozó szállóporának visszatartására ciklonok és nagyfeszültségű, szaggatott egyenárammal működtetett elektromos portalanítók szolgálnak. Utóbbiak általában a Lurgi cég rendszere szerint készülnek és innen ered a benne leválasztott por elnevezése. Ebben a készülékben meglehetősen nagy mennyiségű por válik le pl.: napi 50 tonna timföldet előállító kalcináló kemence lurgi készüléke naponta mintegy 12 to. port választ le. Elektromos portalanítóra a kemence füstgázaival távozó rendkívül finom, jóformán aerosol jellegű por visszatartására van szükség, mivel ezt a port a közönséges ciklonok, sőt multiciklonok sem képesek visszatartani. Összetételének vizsgálata arra enged következtetni, hogy a leváló por a kalcináló kemencében folyó  $\text{Al}(\text{OH})_3 \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3$  átalakulási folyamat közbeeső terméke és változó mennyiségű timfölddel szennyezett metaalumíniumsavnak tekinthető. Egy magyar-óvári eredetű lurgi por elemzése pl. a következő összetételt mutatta:

$\text{Al}_2\text{O}_3$	87,07 %	$\text{TiO}_2$	0,006 %
izz. v.	12,50 %	$\text{P}_2\text{O}_5$	0,012 %
$\text{Fe}_2\text{O}_3$	0,02 %	$\text{V}_2\text{O}_5$	0,004 %
$\text{SiO}_2$	0,01 %	$\text{Na}_2\text{O}$	0,39 %

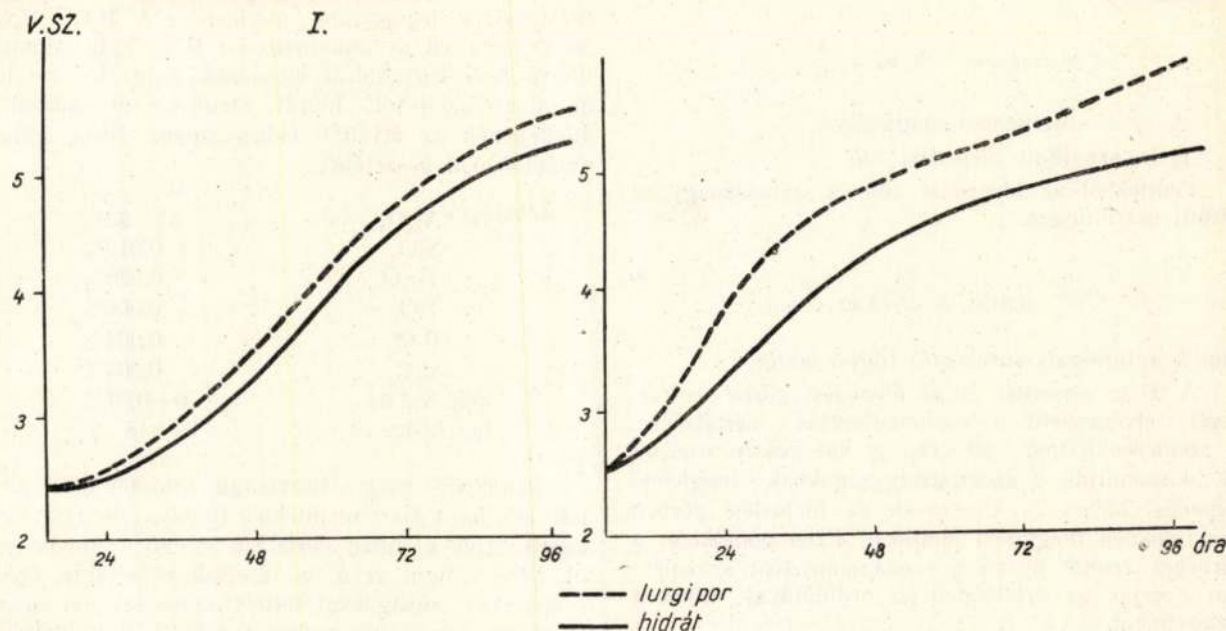
Keletkezése valószínű a forgókemence első részében történik, mikor is a beadagolt nedves hidrát hirtelen száradása egész finom alumíniumhidrátpor keletkezésével jár. Hasonló erős porképződés üzemi alumíniumhidrátnak laboratóriumi mértékbeni hirtelen kalcinálásánál is észlelhető. A megfelelő hatású lurgi por alacsony hőfokon történő keletkezését az is igazolni látszik, hogy rendszerint gyengén rózsaszínű vagy sárgás színezetű szokott lenni (meg nem bontott organikus anyag). A keletkező por azonban üzemként is eléggé változhat, mivel a keletkezési körülmények (kemence huzata stb.) összetételét nagy mértékben befolyásolják.

Ezen előzőekben ismertetett anyag felhasználásával végzett kvalitatív kikeverési, illetve oltási kísérletek oly eredményesnek bizonyultak, hogy indokoltá lett kis mértékbeni kísérletek lefolytatása.



A 3,5 l-es térfogatokban végzett összehasonlító kísérlet az alábbi eredményt adta:

használatosak, amennyiben az üzemben lévő kikeverő-tartányokból naponta vagy meghatározott időközben



7. ábra.

#### I. kísérlet.

Oltás: oldott  $\text{Al}_2\text{O}_3$  1%-nak megfelelő finomszemcsés hidráttal.

Oldott  $\text{Al}_2\text{O}_3$  1%-nak megfelelő lurgi porral (izz. v. 12%).

#### II. kísérlet.

Oltás: oldott  $\text{Al}_2\text{O}_3$  1%-nak megfelelő finomszemcsés hidráttal.

Oldott  $\text{Al}_2\text{O}_3$  1%-nak megfelelő lurgi porral (izz. v. 12%).

Naponkénti hőfokbeállítás a kísérlet folyamán: 50, 45, 40, 35, 30° C.

Az ajkai laboratóriumban lefolytatott hasonló kísérlet ajkai lurgi porral nem mutatott ilyen kedvező eredményt.

A Fémipari Kutató Intézet kezdeményezésére üzemi kísérletek lefolytatását is tervbe vették, tekintve hogy laboratóriumi, ill. kísérleti kikeverési kísérletek gyakran adnak az üzemtől egészen eltérő eredményeket. Ezen kísérletsorozat jelenleg van folyamatban a magyaróvári gyártelepen, ahol a kísérleteket különböző timföldgyárakból származó lurgi porral is végre fogják hajtani. Végső eredményt szóbanforgó anyag üzemi használhatóságáról csak ezen kísérletek befejezése után lehet majd mondani.

A timföldhidrát előállítás folyamatának helyes vezetéséhez pontos kémiai és fizikai vizsgálatokra is szükség van. Legfontosabb vizsgálat a kikeverés előrehaladásának, azaz az alumínatlúg bomlási fokának ellenőrzése. A bomlás mértéke az  $\text{Al}_2\text{O}_3$  tartalom csökkenésének, illetve a mólviszonyszám emelkedésének fokával jellemezhető. Legegyszerűbb a mólviszonyszám változását figyelemmel kísérni. Erre általában gyors titrimetrikus vizsgálati módszerek

vett mintából megállapítják a megbontás értékét. Az így kapott számértékekből a kezdeti és végső viszonyszám ismeretében a timföld kitermelési százalékot is megkaphatjuk:

$$\left(1 - \frac{\text{kezdő v. sz.}}{\text{végső v. sz.}}\right) \times 100 = \text{kitermelési ill. keverési \%}$$

Fontos adat a kikeverési folyamat ellenőrzéséhez a timföldhidrát szuszpenziók szemmagyságának, valamint a szemcsenagyság százalékos eloszlásának ismerete is. Ezen célra az üzemi gyakorlatban kvalitatív ülepitési próbák szolgálnak és a hidrátszemcsenagyság megállapítására (az előállított oltóanyag megfelelőségének megítélése) tapasztalat alapján kialakult ülepedési sebességmérés szolgál. Pontosan meghatározható a hidrátszuszenzióban lévő szemcsék átmérője és szemcsenagyság szerinti eloszlása, ha az időbeli megfigyelés mellett a kapott ülepedési görbékkel Stokes törvénye segítségével végzünk számításokat. (BLK. 1950 6. sz. 148. o. dr. Evva.) Stokes törvénye szerint az ülepedési sebesség:

$$v_0 = 0.0131 \cdot \frac{d^2}{\eta} (s - s_f) \quad 1.$$

$v_0$  = ülepedési sebesség cm/perc

$d$  = szemcsék átm.  $\mu$ -ban

$\eta$  = közeg viszkozitása centipoázbán

$s, s_f$  = a szilárd szemcsék, ill. közeg sűrűsége  $\text{g/cm}^3$ -ben.

Az oldat sűrűségét areométerrel, viszkozitását Ostwald viszkoziméterrel mérjük. A hidrát sűrűségének a hidrargilit sűrűségét vesszük = 2,24  $\text{g/cm}^3$ .

Stokes törvénye csak ideális esetben érvényes, sűrű közegben a részecskék süllyedésükben egymást akadályozzák, miért is az ülepedési sebesség függ a



térfogati sűrűségtől is. Így a képletbe az ettől függő  $k$  korrekciós faktort bevéve, a tényleges ülepedési sebesség:

$$v \text{ (cm/perc)} = k \cdot v_0 = \frac{k}{t_k} \quad 2.$$

$h$  = a szuszpenzió magassága

$t_k$  = számított ülepedési idő

Fentiekből az ülepedési idő és szemcsenagyság közötti összefüggés:

$$t_k = \frac{h \eta}{0,0131 \cdot k \cdot d^2 \cdot (2,42 - sf)} \quad 3.$$

ahol  $k$  a térfogati sűrűségtől függő faktor.

A 3. sz. egyenlet és az ülepedési görbe segítségével elvégezhető a szemcseelosztás kiértékelése. A szemcseelosztást 40–14  $\mu$ -ig hat részre osztjuk fel, kiszámítjuk a szemcsenagyságoknak megfelelő ülepedési időket és kikeressük az ülepedési görbén ezen időknél megfelelő pontokat. Ezen pontokban a görbéhez érintőt húzva a szemcseelosztást százalékban nyerjük az érintőknek az ordinátával alkotott metszetéből.

A kikeveréssel előállított üzemi alumíniumhidrát fehérszínű kristályos anyag, gyenge rózsaszín színezettel. Tekintettel arra, hogy újonnan indított üzemban a kikeveréssel előállított hidrát teljesen fehér színben válik le, a hidrát színeződését okozó anyag már régóta vita tárgya. A szennyező vasoxid ugyanis csak nagyobb mennyiségben 0,08–0,1 %-tól okoz észrevehető színeződést, rózsaszín színe pedig az egészen alacsony vastartalmú hidrátoknak is van. Lehetséges, hogy a színeződés pusztán organikus eredetű. Utóbbinak azonban ellene mond ama tény, hogyha a lebegő vashidroxidtól teljesen tisztára szűrt, erősen sötétpiros színű, tehát org. anyagot tartalmazó alumínátlúgból keverünk ki hidrátot, a kapott hidrát teljesen hófehér színezetű. Feltételezhető tehát annak lehetősége, hogy a színeződést a kismennyiségű kolloidális eloszlású vashidroxiddal adszorbeálódó és kiszűrésre kerülő Fe-hidroxid organikus anyagokból álló csapadék okozhatja. Az előállított hidrátban általában a következő fontosabb szennyező alkatrészeket találhatjuk meg:  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{TiO}_2$ ,

$\text{P}_2\text{O}_5$ ,  $\text{V}_2\text{O}_5$ , oldható NaOH, tapadó nedvesség, izz. veszt. A  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{TiO}_2$  tartalmat a kikeverésre kerülő alumínátoldat tisztasága (lebegő szennyezés) befolyásolja legnagyobb mértékben. A  $\text{P}_2\text{O}_5$ ,  $\text{V}_2\text{O}_5$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$  tartalom az alumínátoldat P és V tartalmától, illetve a leszűrt hidrát mosásától függ. Jól vezetett üzemban előállított hidrát szennyezései általában megfelelnek az átvételi előírásoknak. Ilyen alumíniumhidroxid összetétele:

$\text{Al}_2\text{O}_3$	54–56 %
$\text{SiO}_2$	0,010 %
$\text{Fe}_2\text{O}_3$	0,020 %
$\text{TiO}_2$	0,006 %
$\text{P}_2\text{O}_5$	0,004 %
$\text{V}_2\text{O}_5$	0,004 %
odh. NaOH	0–0,01 %
tap. nedv.	16–18 %

Rendkívül nagy tisztaságú timföldhidrát állítható elő, ha a Dorr ülepítőkből túlfolyó alumínátlúgot megtisztítjuk a finom eloszlású lebegő szennyezésektől. Erre szolgál az ú. n. utánszűrési eljárás, mikor is speciális anyagokkal töltött szűrőoszlopon gyors tempóban keresztülbocsátva a telített alumínátoldatot, olyan tisztaságú alumínátlúgot kapunk, melyből elsőrendű timföldhidrát állítható elő: Ilyen lúgból kikevert hidrát szennyezései a legminimálisabbak.

$\text{SiO}_2$	0,018 %
$\text{Fe}_2\text{O}_3$	0,004 %
$\text{TiO}_2$	0,002 %
$\text{P}_2\text{O}_5$	0,002 %
$\text{V}_2\text{O}_5$	0,002 %

Ami a timföldhidrát analitikai vizsgálatának módszereit illeti, tekintettel a szennyező alkatrészek kis mennyiségére, általában érzékeny kolorimetrikus vizsgálati módszereket alkalmazunk, melyek sorozatvizsgálatokra is alkalmasak. A vizsgálatokhoz optikai eszközök (fotométer) használata igen előnyös.

Fent elmondottakból látható, hogy a timföldgyártás, illetve timföldhidrát előállítás állandóan fejlődésben van és a fokozott kíváncságnak megfelelő módosításokra állandóan szükség van.

## Hozzászólások

Dr. Suchanek János:

Bogárdi kartárs nagyon érdekes előadásához fontos kérdést szeretnék hozzáfűzni, ami a Bayer-féle eljárásnál döntő jelentőséggel bír, és amiről az előadó előadásában semmit sem említett. Ez az erőkérdés.

Általánosan ismert tény, hogy a Bayer-féle eljárásnál 1 ton timföldre mintegy 350–400 kWó szükséges. Ennek kb. 1/4 része a ma szokásos kikeverési eljárásra esik, vagyis a hidrát előállítására. Az újabb hidrátelőállítási eljárás, mint pl. a levegőkikeverés annyiban érdekes, mivel ezzel tekintélyes erőmegtakarítást érhetünk el. Sajnos az idevágó irodalom-

ban erre vonatkozólag nem található semmiféle felvilágosítás. Tekintettel arra, hogy Magyaróváron annakidején a mechanikai keverőműveket percenként 6–17 fordulatszámmal futtatták, megállapítható volt, hogy a fordulatszám semmiféle kihatással a hidrát kiválására nem volt. Még ma is sok keverőművet hajtanak igen nagy fordulatszámmal, ami közgazdasági szempontból lényeges erővesztést jelent. Almásfüzitőn pl. a fordulatszámot a percenként eredeti 12-ről 9 1/2-re csökkentettük, amivel keverőnként 2 kWó-t tudunk megtakarítani. A levegőkikeverés alkalmazásával további jelentős erőmegtakarítást fogunk elérni. Ennek a körülménynek a felismerésével a Bánya- és Energiaügyi Minisztérium a magyar-



óvári és ajkai timföldgyárak mostani bővítése kapcsán a levegőkikeverés bevezetését rendelte el és pedig kb. 27 m magas tartányokban. Ezáltal az erőszükséglet a mechanikai kikeveréssel szemben annak  $\frac{2}{3}$ -ára csökkenthető. Nagyon hálas feladat lenne további kikeverési eljárásokkal foglalkozni, ami által egyrészt nagyobb timföldkihozatal, másrészt pedig az erőszükséglet csökkentése válna lehetővé. Magyarországon jelenleg  $1 \text{ m}^3$  kikeverési térben 8–9 kg timföldkihozattal számolunk. Kíváncsú lenne ezt a kihozatot még tovább emelni, mivel a Szovjetunióban már 10 kg-ot értek el.

**Máriássy Mihály:**

Az előadó a kérdéseket véleményem szerint egészen helyesen fogta meg, így csupán néhány reflexiót kívánok tenni az előadottakkal kapcsolatban.

Az első kérdés a légkikeverők hűlési viszonyaira és ennek következményeire vonatkozik. Ismeretes, hogy szabadban álló kikeverőket terveznek, melyeknél a nagy tartályfelület miatt téli időben a kívántnál esetleg gyorsabb lehűlés léphet fel. Ennek következményeképpen a hidrátszemcsék struktúrája, finomsága másképpen fog kialakulni, mint a jelenlegi kikeverési rendszernél és nem biztos, hogy ez kohóinknak előnyére lesz.

A gyors lehűlést az átbuborékolatott levegő telítődésével kapcsolatban fellépő párologási hő is elő fogja segíteni. Várható, hogy a kivált hidrát tartalmazni fogja mindazokat a szennyeződések, melyek a bauxitból oldatba mennek és a lúgok lehűtésénél kívánatos, így pl. sok foszfort. Iszcaszentgyörgyi  $0,5\% \text{ P}_2\text{O}_5$  tartalmú bauxit feldolgozásánál ilyen módon  $0,1\% \text{ P}_2\text{O}_5$  és ennél magasabb nagyságrendű foszfor-szennyezés is bekerülhet a timföldbe, ha nem gondoskodunk annak más módon, pl. a 461.024 számú kanadai szabadalom szerint való eltávolításáról. Ez a második kérdés a vanádiummal kapcsolatban is hasonlóképpen merül fel. Érdekelne a Magyaróvárrott e tekintetben szerzett tapasztalatok.

**Dr. Gedeon Tihamér:**

Aggályát fejezi ki a szabadban felállítandó légkikeverőkkel kapcsolatban, amennyiben a külső légtérből, rendszeren gyári környezetben, erősen szénsavval szennyezett levegővel végzett kikeveréseknél a karbonizálódás mértéke nagy lesz. Ezért javasolja, hogy a légkikeverőket külön, zárt csarnokban helyezék el. Ilyen módon a csarnok levegője kering a légkikeverőkben és rövid időn belül majdnem teljesen szénsavmentessé válik és így a lúg karbonizálódása nem fog bekövetkezni. A csarnokon kívül elhelyezett légkikeverőkben, a kikeverés nem a ma szokásos 5–6 nap alatt, hanem esetleg a hidegebb időszakban már három nap alatt be fog következni. Ezzel kapcsolatban nem valószínű, hogy ugyanezen idő alatt a foszfor-vanádium szennyezések a timföldhidráttal együtt fognak leválni.

Felhívja a figyelmet röviden arra, hogy a Lurgi-porban nagymennyiségű nátriumszulfát is van. Számítás szerint a Lurgi-por nátriumszulfát tartalma a  $12\%$ -ot is eléri. Ezért aggályosnak tartja a nagymennyiségű Lurgi-pornak az alumínát lúgba való visszavételét, mert ezzel a lúgot erősen szennyezik.

Adatokat kér az előadótól a Magyaróváron alkalmazott gyorszűrő-berendezés teljesítményére vonatkozóan, hogy a szűrőfelületen mennyi lúg és mennyi idő alatt szűrhető át.

**Becker Ervin:**

Történtek-e magyar viszonylatban kísérletek a folyamatos légkikeverés irányában?

**Bogárdi Endre:**

Válasza a hozzászólásokra:

Suhanek kartárs felvetette az energiaviszonyok alakulásának kérdését a légkikeverés és a mechanikus kikeverés alkalmazásának esetében. Ezen kérdést előadásomban szándékosan mellőztem, mivel a jelenlegi magyaróvári berendezéseknél, ezen mérések véghezvitelére nem volt lehetőség. Az említett kísérleti berendezés ugyanis az üzem más részlegét is kiszolgáló kompresszortól kapja a szükséges levegőmennyiséget és annak megállapítása, hogy ezen kompresszor teljesítményének hányadrésze szolgál a légkikeverés céljaira, pontos méréseket kívánt volna.

A másik felvetett kérdés a mechanikus keverők fordulatszámának csökkentésével elérhető energia-megtakarítás, szintén egyik lehetőség a kikeverés költségeinek csökkentésére és magyaróvári viszonylatban is már régebben megtörtént a kezdetben magasabb fordulatszámmal működő keverők fordulatszámának csökkentése anélkül, hogy ez a kikeverés méretének és időtartamának csökkentésére vezetett volna.

Máriássy kartárs hozzászólásához a következőkben válaszolok. A légkikeverőknek a szabadterben történő felállításáról mindezekig nem volt tudomásom. Megjegyezhetem azonban, hogy a szóbanforgó magyaróvári üzemi légkikeverőberendezés, annak ellenére, hogy a kikeverő helyiségben van felállítva, mégis némileg hasonló a szabad térben felállított kikeverőkhöz, mivel magassága folytán a felállítása csak a kikeverő épület tetejének megbontásával volt végrehajtható és az alkalmazott deszkaépület szintén megközelíti a szabad térben felállított légkikeverő hűlési viszonyait. Ennek ellenére a Máriássy kartárs által említett foszfor- és vanádium-kiválást az előállított timföldben nem észleltünk.

A Lurgi-por alkalmazása tekintetében osztom azon nézetét, hogy az anyag felhasználásánál megfelelő óvatossággal kell eljárni. A szennyezőanyagoknak, főleg szulfátnak bevitelét a Lurgi-por alkalmazása esetén nem tartom veszélyesnek, mivel egyrészt magyaróvári viszonylatban a Lurgi-porban nagyobb mennyiségű káros szennyezőt, pl.  $\text{SO}_4$ -et nem találtam, másrészt a szulfátbevitel mértéke nem jelentékeny a bauxittal bevitt szulfát mennyiségéhez képest mivel jelenleg feldolgozott bauxitjaink is tartalmaznak általában  $0,7$ – $1\%$   $\text{SO}_4$ -et. A Lurgi-por változó összetétele azonban szükségessé tenné ennek ellenére összetételének ellenőrzését. Egyező véleményen vagyok Máriássy kartárral azon tekintetben, hogy a Lurgi-por a kalcináló kemencében történő visszaadagolás helyett az üzemi oltóanyag szükségletének kiegészítésére szolgálhat.



Dr. Gedeon kérdéseire következőkben szolgálhatok felvilágosítással. A légkikeverés folytán előálló szódataralom növekedés mértéke rendkívül kicsi. Mint említettem, az első kisüzemi kísérletek egész kis térfogatban történtek és szódásodásra jobban lett volna ok, mégsem volt észlelhető lényeges  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  tartalom emelkedés. A légkikeverés folytán esetleg előállható szódásodást a május óta üzemben lévő üzemi légkikeverő tartálynál is állandóan figyelemmel kísérjük, de észrevehető karbonásodást egyetlen kikeverési kísérlet esetében sem észleltünk.

Ha a kizárólag szabad térben telállított légkikeverő tartályokkal dolgozó timföld alumínátlúgában mégis a szokásosnál erősebb szódásodási folyamat indulna meg, a szódásodás ellensúlyozására megvan a mód, amint az a szovjet irodalomból ismeretes (Bjelajev, Mazelj), mészsodagórással történő feltárás segítségével. A Szovjetunióban alkalmazott módszerek szerint a feltárásra kerülő nátronlúg-bauxitliszt zagyba direkt szóda és mészsodagórással kedvező feltérési eredmény és a beadagolt szóda szulfatizáló-

dása, a keletkező NaOH feltérásban való egyidejű részvétele mellett érhető el.

Az alumínátlúg utánszűrés kérdése régóta foglalkoztatja a timföldipart.

Nehézségei ezen eljárásnak, hogy

1. telített kivalásra könnyen hajlamos alumínátoldatot kell szűrni,
2. nagymennyiségű oldatot egész kismennyiségű finom, jóformán koloidális eloszlású lebegő szennyezéstől kell eltávolítani.

Fontos tehát a szűrést megfelelő sebességgel végezni, aminek a lefolytatott kísérleteim tapasztalata szerint legalább egy liter/dm<sup>2</sup>-nek kell lennie. Ezen sebesség mellett üzemi méretekben is keresztülvihető az eljárás.

Becker kartárs kérdésében a folyamatos légkikeverésre vonatkozó újszerű témát vet fel és érdemesnek látszana a Szovjetunióban alkalmazott folyamatos kikeverési eljáráshoz hasonlóan, bevezetésének lehetőségével is foglalkozni.

## Színesfém- és színesfémötvözetforgácsok észszerű felhasználása

Irta: SZOKOLOVSKIJ L. O.

Megjelent: *Lityejnoje proizvodstvo* 1951. 6. szám, 27—29 oldalakon

Fordította: VASSEL K. RÓBERT

A színesfémek és színesfémötvözetek gazdaságos felhasználása minden vállalat elsőrendű fontosságú feladata. Eppen emiatt kötelező szempontként kell figyelembe venni az öntéstechnológia kidolgozásánál az öntődékben, kovácsoló és mechanikus megmunkáló műhelyekben keletkező hulladékok, mint kiöntések, öntőfejek, légcsatorkák, levágások, sorják, forgácsok stb. észszerű felhasználását és a gyártásba történő minél teljesebb mértékű bevonásukat.

E kérdéscsoport megoldásánál a legnagyobb nehézséget a forgácsok észszerű felhasználásának mikéntje okozza. A forgácsok átolvasztásának ismert módszerei közül a következők terjedtek el a legjobban:

- A) Brikettek, vagy előzetes kiválogatásnak és elkülönítésnek alávetett, aprított forgácsok kisebb adagokban, fedőtakaró alatt történő bevitelle az olvasztókemencébe.
- B) Brikettek, vagy kiválogatott és aprított forgács egyenletes rétegekben történő behelyezése a kemence fenékrészébe. E rétegeket nehezebb hulladékokkal fedik be.
- C) Az aprított hulladékok átolvasztása tömbökké, briketkezés közbeiktatása nélkül. Az átolvasztás különböző kemencékben történhet, kismennyiségű fedőszó alkalmazása mellett.

A legkedvezőbb megoldás a forgácsok briketkezése, a brikettek kis térfogata és kompakt, tömör alakja folytán. Utóbbi körülmény folytán csökken a raktározás, olvasztás, és szállítás során fellépő veszteség. A kemencék teljesítőképessége brikettek olvasztása esetén középértékben 10—12%-kal emelkedik, ugyanakkor a kiegészítés 7—8%-kal csökken a forgácsok közvetlen olvasztásának esetéhez képest.

A forgácsokat hidraulikus, pneumatikus, vagy frikciós préseken brikettírozzák, 100—150 mm átmérőjű, 80—100 mm magas és 2—3 kg súlyú brikettekkel, az ötvözet összetételétől függően.

A forgácsokat brikettírozás előtt centrifugákon tisztítják meg olajtól és nedvességtől. Ilyen pl. a Frunze nevét viselő szumszki gyár NM—6 típusú centrifugája.

A spirál- és szalagalakú forgácsokat malmokban aprítják, ilyen az UZTM típusú malom, mely 0,5—0,8 t/óra teljesítőképességű. Az esetleg rátapadó, vagy belekeveredő piszkot, homokot, csiszolóport stb. 2—3 mm átmérőjű lyukakkal ellátott mechanikus sziták segítségével távolítják el. Vas- és hasonló forgácsokat mágneses szeparátorokkal távolítanak el, ilyen a Szamburov típusú szeparátor is.

Ha a forgács 2%-nál kevesebb olajat tartalmaz és nincsen spirál-, vagy szalagalakú forgács is belekeveredve, akkor nincsen szükség centrifuga és aprítómalom alkalmazására.

Ha a vállalat nem rendelkezik briketkezésre alkalmas berendezéssel, a forgácsátolvasztás legelőnyösebb és kiegészítés, valamint tüzelőanyagfogyasztás szempontjából legkedvezőbb megoldása a kis táblákba való öntés, melyeket azután behelyeznek az olvasztókemencébe.

Az előbb említett B) megoldás, tehát forgácsok egyenletes rétegekben a kemence fenékre történő behelyezése, kevésbé gazdaságos és észszerű, mivel a föléje helyezett rétegnek rossz a hővezetőképessége és így a fém lassabban melegszik fel, ami nagyobb tüzelőanyagfogyasztással, ill. villamos energiaszükséglettel jár.



Hasonlóképpen kedvezőtlenebb a C) megoldás, tehát a forgács tömbökké való öntése, különböző lángkemencékben, mint pl. a Mecsta, Geogradze, zelinszki stb. típusú kemencék. E kemencékben nagy a kiegészítő veszteség, k'csi a hőfejlesztőképesség, a forgácsok igen nagy felületen oxidálódnak és a fémeket közvetlenül éri a láng.

A legjobb eredményt a forgácsoknak villamos- és téglkemencékben történő előzetes olvasztásával kapjuk, azonban a kemencéknek igen csekély teljesítőképességük van.

Bármilyen módon történik is a forgácsok átolvasztása, minden esetben kötelező védőtakarók alkalmazása, a kiegészítő csökkentése és a fém túlságos gázfelvételének elkerülése érdekében. Az alkalmazott védőtakaró olvadáspontja kisebb kell, hogy legyen a fém olvadáspontjánál: a keletkező oxidoknak salakba kell menniük (tehát oldódniuk kell a salakban); a védőtakaró ne legyen illékony, ne legyen túl nagy viszkozitású, legyen viszont megfelelő hővezetőképessége, szárított poralakban alkalmazható legyen és ne tartalmazzon olyan szennyezéseket, amelyek káros hatást fejtenek ki a fémre. Igen fontos ezenkívül, hogy a beadagolt forgács ne rekedjen meg a védőtakarókban és ne keveredjen vele össze.

**Bronz és sárgaréz** esetén a következő védőtakaró alkalmazása javasolható 70% folypát, 12% örlött üveg, 10% o'tott mész és 8%, kvarchomok. Egy Mecsta-típusú kemencében történő forgácsolvasztásnál, ilyen védőtakaró alkalmazása mellett, az adagolás módjától függően a fedősőfogyasztás az olvasztott fémnek kb. 7%-át teszi ki.

Igen jól bevált egy 88%, folypát és 1–2% bóraxot tartalmazó fedőső is, ez azonban sokkal drágább.

**Ön-horgany bronz** forgácsok olvasztásánál 63% kvarchomok és 37% kalcinált szóda-tartalmú védőtakarót alkalmaznak. A fedőső-fogyasztás a fém súlyának kb. 3–5%-a. Alkalmazásra kerül az előző olvasztásoktól visszamaradt és felújított salak is. Ehhez olvasztásonként 3–4 kg kalcinált szódát adnak hozzá és olvasztott fém-tonnánként középértékben 5 kg bóraxot.

A salaktakaró-réteg vastagsága 20–35 mm között mozog, amely már elegendő ahhoz, hogy megakadályozza a védőtakarónak az égő láng által történő „elfújását”. E védőtakaró alkalmazásával a fémvesztesség 7–8%-ról 5–5,5%-ra volt csökkenthető.

**Szilíciumbronz**, mint az „LK80–3A” típusú ötvözet forgácsának felhasználásával készült öntvényeknél, melyeket víznyomáspróbának vetnek alá, igen fontos és kívánatos bórax alkalmazása. A bórax jelentős mértékben csökkenti a fém kiegészítést és csökkenti a hőlyagosodást, ill. porozitást is. Az MSZP Központi Kutató Intézete ilyen esetben a következő fedőső alkalmazását javasolja: 95% kalcinált szóda és 5% folypát. A fedősőmennyiség a fém súlyának 5%-át tegye ki. Ilyen fedőső mellett a forgácsátolvasztásnál fellépő fémvesztesség kb. 5–6%-ot tesz ki.

A különböző **sárgaréz** forgácsok átolvasztásánál, mint pl. az „LMcZs 55–3–1”, „LMc 58–2”, „LZsMc 59–1–1”, „LSz 59–1”, „L62”, „LN 56–3”, „LSz 62–1” ötvözetek, 90% faszén és 10% bórax keverékét alkalmazják fedősőként, melyet előzőleg 2 órán át 400–450 C fokon izzítottak, összetörtek és 2×2 mm-es nyílásokkal rendelkező szitán átszitálták. A fedőső-

fogyasztás az átolvasztásra kerülő forgács 2%-át teszi ki.

A különböző **alumíniumbronzoknál**, mint pl. az „AMC 9–2”, „AMcZs 10–3–1,5” stb., 90% faszénből és 10% szárított kriolitból álló fedőső alkalmazását javasoltuk. A fedősőfogyasztás a fém 2–3%-a.

**Önbronznoknál**, mint pl. az „OCSzN 3–7–5–1”, „OSzC 6–6–3”, „OC 10–2”, „OCSz 8–4–3”, „OF 10–1” stb., 20% kalcinált szódából, 40% kvarchomokból (K50/100 típusú) és 40% folypátból álló fedőső alkalmazása javasolható. A fedősőfogyasztás a forgács súlyának 5%-a lehet.

Az **alumíniumötvözet** forgácsok átolvasztását célszerű valamilyen téglés lángkemencében, vagy villamos ellenállásfűtésű kemencékben végezni. Alumíniumötvözeteknél a javasolt fedősőösszetétel a következő: 39% NaCl, 50% KCl, 6,6% kriolit és 4,4% kalciumfluorid. E fedőső olvadáspontja 630–640 C fok. A fedősőfogyasztás a forgács súlyának 10%-a. A fedőső sóalkatrészeit — NaCl és KCl — szárítószekrényben előzetesen 150–180 C fok hőmérsékleten kiszáritják 8–10 órán keresztül, majd kollerjáraton aprítják és 5 mm átmérőjű lyukakkal ellátott szitán átszitálják.

Az „NMZsMc 28–2,5–1,5” típusú (Ni, Mg, Fe és Mn-tartalmú ötvözet — Ford.) ötvözet forgácsának átolvasztásánál védőtakaróként üvegtörmelék szolgál, száraz mész hozzákeverésével. A fedősőfogyasztás a betét 2%-át teszi ki. Faszén nem alkalmaznak, mivel ez elősegíti a széndúsulást és Ni<sub>3</sub>C karbid képződését. Nem engedhető meg ezenkívül az alkálifémek Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> és CaSO<sub>4</sub> sóinak alkalmazása sem, mivel az ötvözetben Ni<sub>3</sub>S<sub>2</sub> nikkel-szulfid képződhet.

**Alumíniumbronz** forgács és hulladékok olvasztásánál a fém felületi oxidálódásának megakadályozása és az olthatatlan Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> oxid kötések keletkezésének megakadályozása céljából igen jól bevált a következő két védőtakaró: 85% konyhasó, 15% folypát, vagy 70% kalcinált szóda, 12% hamuszír, 12% kriolit és 6% bórax.

Ha a forgácsokat tégléskemencékben olvasztják, a faszénét célszerű 10–20 mm hosszúságú darabokban alkalmazni, előzetes — a por és szemét eltávolítását célzó — szitálás után. Mecsta típusú kemencékben nem célszerű faszén alkalmazni, mivel a láng elfújja.

A védőtakaró szokásos vastagsága 25–30 mm, mennyisége természetesen függ az olvasztott fémfürdő felületének kiterjedésétől.

Mint az előző felsorolásból láthatjuk, igen eltérő összetételű védőtakarók alkalmazását javasolják. Ennek oka eltérő védőhatásukban, az olvasztóberendezés típusában és az olvasztott fémötvözetek sokrétűségében keresendő.

Az MSZP Központi Kutató Intézetének adatai szerint a vállalatoknak a fontosabb forgácsok — mint az „LK80–3L” szilíciumbronz, „OSzCN 3–7–5–1” önbronz, „AMC 9–2” alumíniumbronz, „LMcZs 55–3–1” mangános sárgaréz — felhasználására irányuló fáradozásai azt mutatták, hogy a leggazdaságosabbnak az a megoldás bizonyult, amelynél a forgácsot táblákba öntik és ezt védőtakaró alatt beviszik az öntésre kerülő fémömlékbe. Ennek kapcsán megállapították, hogy a kiöntött ötvözetek, ill. kész öntvények minősége nem romlik a forgács újraolvasztás nélkül készített öntvényekéhez képest, ha a betét 25%-nál ke-



vesebb táblákba öntött forgácsot tartalmaz. A változatlan minőség mellett ezenkívül igen tekintélyes öntési önköltségsökkentés érhető el. Ezek az eredmények nagyszámú armatúraöntvény önköltségszámítása alapján születtek meg; az öntvények falvastagsága 4 és 9 mm között váltakozott, 50 légkör nyomással lettek vizsgálva és végeredményben 4,2% került kislejtezésre, míg 5,4%-ot kijavítottak. *Rézbázisú* ötvözetek olvasztásánál a feloldott gázok, valamint a lebegő oxidok eltávolítására több esetben nitrogéngázt buborékolattak az olvadt fémen keresztül. E kezelés eredményeképpen javult az öntvények minősége, csökkent a gázosodásból eredő porozitás folytán fellépő selejt mennyisége és javultak a mechanikus tulajdonságok is — a szakítószilárdság 2—8 kg/mm<sup>2</sup>-el és a nyúlás 4—9%-kal.

A táblákba öntött forgácsot tartalmazó fémfürdőbe, melyet 40—50 C fokkal túlhevítenek az öntési hőmérséklethez képest, belemártanak egy előmelegített, hőálló acélból készült csövet, melynek alsó fedőlapján 8—10, legfeljebb 1,5 mm átmérőjű finom furat van. A kérdéses csövet a Mecsta kemencébe a garaton keresztül bocsátják be, míg a villamos fűtésű kemencéknél a töltőnyíláson keresztül. A nitrogéngáz a csőbe nyomáscsökkentőn keresztül egy tartányból, ill. palackból jut (a palackban a gáznyomás 150 atm., míg a csőben 0,15 atm.). A nitrogénpalackot egy vastartánnyal kötik össze, melyben amorf kalciumklorid van. A kalciumklorid megtisztítja a nitrogént a nedvességtől. A hőálló acélcsövet belemártják a fémfürdőbe és egészen lebocsátják a kemence fenekéig. A nitrogén bebocsátás alkalmával ügyelni kell, hogy a fém ne forrjon és ne fröcsköljön túlságosan.

Egy tonna olvasztott fémen kb. 200 liter nitrogént fújnak keresztül, 5—10 perc alatt. A nitrogénbuborékolatás után a fémét néhány percig pihentetik, a fürdő felületéről eltávolítják a sajakot, anyagot vesznek a töretvizsgálati technológiai próbához és kielégítő anyagminőség esetén a szokott sorrendben lefolytatják az öntést. A fémfürdő nitrogénnel történő átbuborékolatása még jobban elősegíti a forgácsoknak a betétben való felhasználását és javítja az öntvények minőségét.

A betétben felhasznált és átolvasztásra kerülő forgács mennyiségét megtszabja a keletkező forgácsmennyiség, az ötvözet minősége és rendeltetése (öntések, vagy alakos öntvényekre van-e szükség). Ha az öntődével rendelkező vállalat fémmegmunkáló műhelyeiben igen sok forgács keletkezik, az alakos öntvények részére szolgáló betéteknél a legtöbb színesfém esetében 20—30%-nyi új fémét helyettesíthetünk forgácsokkal.

A gyakorlatban is jól bevált a táblákba öntött forgács felhasználási módja az „LK 80—3L” típusú szilíciumbronz esetében, 1010—1020 C fok hőmérsékletű Mecsta olvasztó kemencében. A forgácsot két tételben adagolták be és összesen 30%-át tette ki a betétnek. Igen jó eredményeket kaptak a kemence szerkezeti változtatása nélkül is. Hajóarmatúra öntvényeket készítették, melyeket nyomáspróbának vetettek alá, ennek ellenére nem észleltek csökkenést a minőségben. A kiégés középértékben 9% volt.

Az olvasztás folyamata során a kemence légköre gyengén redukáló, vagy semleges volt, a csapolás pil-

lanatában gyengén oxidáló. A fürdőt a teljes olvasztás és felhevítés után foszforos rézel és horgannyal dezoxidálták. A dezoxidáló anyag mennyisége 0,3—1,0%, az adag súlyától függően. A fém belekeverése és a kiöntés között 5—8 perc szokott eltelni.

Igen elterjedt az olyan alkatrészek, mint a karmentyús és csőcsonkos homlokilestések kapcsoló csavaranyái, sorjamentes kovácsolása olyan öntött félgyártmányokból, melyeket brikettírozott „LSz 59—1” ötvözetforgács előzetes átolvasztása és kokillöntése útján nyertek. Az ép öntvény kihozatal 30%-ról 66%-ra emelkedett, jelentős mértékben csökkent a kész alkatrészek előállítási költsége és kiküszöbölhető volt a hengerelt áruk alkalmazása.

Igen jól felhasználható a távozó égéstermékek hőtartalma a Mecsta és Georgadze típusú lángkemencék rekuperátoraiiban, a nem brikettírozott forgácsból készült öntött táblák átolvasztásához befűvott levegő előmelegítésére. E rendszabály életbeléptetésével az olvasztókemencékben 25—30%-nyi folyékony tüzelőanyag volt megtakarítható, a fémkézés lecsökkent 3%-ra, az olvasztás időtartama 40—50 percre rövidült le és ennek megfelelő arányban növekedett az olvasztórészleg teljesítőképessége.

A legkisebb kiégést biztosító forgácsátolvasztókemencék közé tartoznak az indukciós kemencék is és többek közt a „VIP” típusú kemencék, teamehető boltívtetőn keresztül történő etetéssel, megszakítás nélküli üzemmel és periódikus fémlecsapóással.

További kutatásra van még szükség több ötvözeteléség forgácsainak felhasználási lehetőségére vonatkozólag, melyeknél a forgácsnak a betétbe történő bevitel nem vezetett kedvező eredményekhez. Ilyenek a következő ötvözetek: „AMc 9—2”, „ALMc 10—3—1,5”, „KMc 3—1”, „LMcZs 55—3—1”, „LAN 59—3—2”, „LKSz 80—3—3” stb.

A forgácsoknak az ömledékbe történő bevitel minden esetben csak jó állapotban lévő, normálisan működő kemencék esetén engedhető meg; az olvasztás megkezdése előtt a kemencéket gondosan végig kell vizsgálni és minden fém, valamint salakmaradványt el kell távolítani. A kemencéket célszerű 600—700 C fok hőmérsékleten előzetesen kiizítani és a forgács beadagolását a forgácsnak az adott esetben történő átolvasztási módszerétől függetlenül csak kisebb tételekben szabad végrehajtani. A fém- és a salaktakaró megolvadásának meggyorsítása, továbbá a kiégés csökkentése és a fa'azat, ill. bé'és épségének megőrzése érdekében célszerű a gondos elkeverés, a kemence himbáló mozgásának fokozatos növelésével. Ha azt vesszük észre, hogy a védőtakaró megdermedt, több fedőst kell hozzáadagolni hígítás céljából.

A fémlecsapás előtt a salaktakarót száraz, tiszta kvarchomokkal be kell süriteni. Ezáltal megakadályozzuk azt, hogy a salak behulljon a formába és hogy a fém nemfémes zárványokat tartalmazzon. Az öntés során a fém felületén keletkező sajakot és oxidokat az öntőkanálban grafitpálccal eltávolítjuk.

Az átolvasztásra kerülő forgács tiszta és száraz legyen. Alakos öntvények betétjénél legalább 10%-nyi mennyiségben alkalmazzunk forgácsot. O'ajjal, kát-ránnal szennyezett, havas vagy jeges forgácsot nem szabad a betétbe beadagolni.



10–20 kg súlyú tömbökké öntött forgácsot csak akkor szabad beétként felhasználni, ha már kezünkben van a megfelelő vegyelemzés eredménye.

Az olvasztás a lehető leggyorsabban történjék. Táblákba öntött forgács használatára esetén igen veszélyes a fém túlságos túlhevítése, mivel ebben az esetben növekszik az öntvények gázporozitása. Kíváncsú vizsgálat a fém olvadáspontját 50 C fokkal meghaladó

túlhevítés alkalmazása, a forgács gyorsabb megolvasztása érdekében.

#### IRODALOM

1. A „Masinosztrojenije” enciklopédia 6. kötete, 1947.
2. Szmirjagin; Lityejnoje proizvodstvo, 1931. 3. szám.
3. Tkacsev K. I.; Novosztij techniki, CITEIN ORSZO NKTP, 1933. 7 (22) szám.

## Gyártunk 99.99%-os (szupertiszta) alumíniumot

Írta: GERENCSE JÓZSEF

Dr. Domony András az „Alumínium” 1951. évi 10. és 11. számában „Hulladék-alumíniumnak desztillációs, illetve szublimációs eljárásokkal történő finomítása” című cikkét kívánom néhány rövid sorban kiegészíteni az alábbiakkal:

Domony cikkében megállapítja, hogy „nagyipari-  
lag ugyancsak bevezetett munkamódszerek a szennyezett könnyűfémek egyes rondítóinak fémiszűrés segítségével való eltávolítása és az alumíniumroncsoknak tűzfolyékony úgynevezett fordított elektrolízissel történő finomítása.” Újabb eljárásnak pedig a fémdesztilláción és fémsublimáción alapuló finomítási eljárásokat ismertet. Megállapítja, hogy a desztillációs eljárások kérdésében még korai volna a döntés, mert a kísérleti és üzemi tapasztalatok még nem elegendők ehhez. Megállapítja, hogy a szublimációs eljárások az alumíniumelőállítás és finomítás szempontjából a jövő fejlődési irányt jelentik, de a szublimációs eljárásokkal szemben végleges állásfoglalást csak a, ma még nyitott problémák, nagyipari megoldása után lehet tenni.

Öröndösek, hogy ez a cikk ezt a kérdést ilyen konkrét formában megállapította. Következtetésképpen irányvonalként megállapíthatjuk, a tiszta alumínium (szupertiszta) gyártására vonatkozólag azt, hogy a célravezetőbb kísérletek megindítása, mind az alumíniumelőállítás korszerűsítése, mind a tiszta, azaz négykilences alumínium előállítása céljából.

A fent hivatkozott cikk arra is rámutat, hogy most már véglegesen határozzuk el magunkat a tiszta (négykilences) alumínium hazai előállítására. Itt az elektrolitikus út a helyes még abban az esetben is, ha ez nagyobb beruházásokat igényel. Ennek elfogadása pedig kizárólag attól függ, hogy iparunknak szüksége van-e megfelelő mennyiségű tiszta (ez alatt értsük a négykilences alumíniumot) alumíniumra.

Ezt a kérdést kívánom az alábbiakban kissé megvilágítani:

A tiszta alumínium alkalmazása az ipar minden területén egyre nagyobb tért hódít. Külföldön a legkülönbözőbb célokra alkalmazzák. Így a kémia mindinkább nagyobb és szigorúbb feltételeket szab meg a korrózióval szemben a készülékek használatánál, mert a korrózió a berendezést is gyengíti, egyben szennyezi a vele érintkező anyagot is. A tiszta alumínium a legigényesebb kémiai kívánalmaknak is megfelel. Alkalmazása az élelmiszeriparban, sőt fontosabb területen, a gyógyszeriparban is a korrózióval szembeni nagy ellenállóképessége miatt fokozott.

A tiszta alumíniumot bevonóréteggé is alkalmazhatjuk kevésbé tiszta alumíniumra, valamint ötvözetekre, csöveknél, s oly tartályoknál, melyek különös korródálhatóságú anyagokkal kerülnek érintkezésbe. Fémipari Kutató Intézet feladata Domony cikke nyomán a szublimációs eljárások vizsgálata és a leg-  
A tiszta alumínium e legfőbb tulajdonsága, mely a korrózióval szemben tanúsított nagy ellenállásában jelentkezik, annak tulajdonítható, hogy a heterogén összetevők minímális mennyiségben fordulnak benne elő.

Alább akban adom a tiszta alumínium fizikai és mechanikai tulajdonságait:

Fajsúly 20 C foknál	2,6989 g/cm <sup>3</sup>
Olvadáspont	660,2° C
Forrpont	2,060° C
Elektromos ellenállás (20 C foknál)	26,548 g/cm <sup>3</sup>
Fajhő 100 C foknál	0,2226 cal/g
Fénytűkrözképeség (2500 Å)	85%
Fénytűkrözképeség (10,000 Å)	95%
Szakítószilárdság: 4–6 kg/mm <sup>2</sup> melegen hengerelve	
10–13	hidegen hengerelve
Nyúlás: 45–55%	melegen hengerelve
Nyúlás: 5–10%	hidegen hengerelve
Brinell keménység: 12–16 kg/mm <sup>2</sup> melegen henger.	
Brinell keménység: 25–35 kg/mm <sup>2</sup> hidegen henger.	

A tiszta alumínium korrózióval szemben tanúsított nagyfokú ellenállását a felületén keletkező nagyon tiszta és tömören sűrű, természetes oxydréteg eredményezi. Ez a természetes bevonatot képező oxydréteg különösen előnyös akkor, amikor olyan fémrészek megvédéséről van szó, mely hosszabb ideig érintkezésben van az ezt megtámadó anyaggal. Ismert az, hogy az alumínium korrózióját elősegíti a vas, szilícium, a réz és a cink. Ellenben kevésbé segíti elő a mangán és a magnézium. Ezért a magnéziumot használják a tiszta alumínium ötvözeteinél, ha jó mechanikai, szilárdsági értékeket, s ugyanakkor jó fényvisszaverődést és korrózióállóságot kívánunk meg. A tiszta alumínium a fenti táblázat szerint az ezüst után a legjobb fényvisszaverőképességű. Emellett az ezüsttel szemben az ultrahibolyasugarakat csaknem azonos intenzitással veri vissza, mint a rendes fényugarakat, s e tükröz a fényességét az ezüstenél tovább őrzi meg, mert vékony oxydréteg képződik a felületén és megvédi a tükröző felület korróziós romlását. *Külföldön reflektorokra csaknem mindenhol tiszta alumíniumot alkalmaznak.*



A tiszta alumínium a legmegfelelőbb anyag az elektrolitikus kondenzátorok gyártására. Mivel a tiszta alumíniumnál az oxid adja a szigetelőréteget s ez folytonos, szakadás nélküli, a szigetelőréteg nagy dielektromos állandójú, mely a kondenzátor jó működésének feltétele.

Tetőfedésre és csatornák készítésére szintén nagyon alkalmas korrózióállósága miatt a tiszta alumínium.

Fenti alkalmazási területe mellett lényegesebb a tiszta alumíniumnak bizonyos esetekben ólom helyett lehető felhasználása korrózióállósága miatt. Így a kábelek védőtokjait, védőburkolatait tiszta alumíniummal helyettesíthetjük. A kábelköpenynek jó korrózióállónak kell lennie, kis hőfokon jól megmunkálható, jó mechanikai tulajdonságú, jó nyúlású, s végül elektromos vezetőképesége is megfelelő legyen. Az ólom a mechanikai tulajdonságok szempontjából a feltételeknek nem felel meg. Összehasonlításképpen az alábbiakban adom az ólom és tiszta alumínium mechanikai tulajdonságait:

	ólom	99,99% Al
Szakítószilárdság: kg/mm <sup>2</sup>	1,6	3,6—4,8
Nyúlás %	55,—	40—50
Brinell keménység kg/mm <sup>2</sup>	3,5	14
Kifáradási határ „	0,44	2,4
Rugalmassági modulus „	1500—2000	7000

A tiszta alumínium az ólommal szemben nagyfokú korrózióállósága miatt a nedvesség ellen kitűnő burkolatot ad. Ezenkívül egyéb mechanikai tulajdonsága miatt is legalább oly jó, megfelel, mint az ólom. Kis fajsúlya, továbbá nagy mechanikai ellenállása miatt, valamint a kifáradás elleni nagyobb értékével és jobb elektromos vezetőképesége miatt az ólommal szemben előnyben kell részesíteni. Ha az ólommal azonos mechanikai ellenállású alumínium súlyát vizsgáljuk, akkor az ólomnak  $\frac{1}{8}$ -ad súlyát kell alumíniumban felhasználni s ugyanekkor az alumínium ára kb. felére csökken.

A kábelek burkolatainak alumíniumból való szigetelése nem vezetett eredményre. Ehelyett a kábeleket alumíniumlemezzel vonják be úgy, hogy az alumíniumlemez ráhajlítják a kábelkötegre és a hosszanti irányban nagy fajlagos nyomással történő hidegforrasztással végigforrasztják.

A tiszta alumínium mechanikai tulajdonságai nem minden esetben kielégítőek. Ennek kiküszöbölésére magnéziummal ötvözik. Így a mechanikai ellenállását előnyösen növeli, de a tiszta alumínium egyéb

jótulajdonságait csak igen kis mértékben befolyásolja a magnézium. Hasonló hatással van a szilícium is a tiszta alumínium ötvöztetésénél. Így pl. reflektoroknál alumínium-szilícium-magnézium ötvözeteket alkalmaznak.

E rövid összeállításból világosan következtethetünk arra, hogy a tiszta alumíniumnak oly tulajdonságai vannak, melyek igen sok alkalmazási helyen nélkülözhetetlenné teszik (pl. kábelek burkolása). Gyakran nem alkalmazták ott, ahol a tiszta alumínium rendelkezésre állt. Ennek oka az volt, hogy sokszor abból a téves felfogásból indultak ki, hogy a tiszta alumínium ára az óloménál drágább. Ha dm<sup>3</sup> súlyra számoljuk, akkor a tiszta alumínium az ólom árának csupán 50—55%-a, a réz árának csupán 27—35%-a, a cink árának 75%-a. Ebből is láthatjuk, hogy a tiszta alumínium használatát be kell vezetnünk.

Hazánk legszűkebb tiszta alumínium igénye a kereskedelmi szakemberek véleménye szerint ma évi 10—15 vagon. Ez természetesen nem ad képet a valóságos szükségletéről. Mindenestre hulladékalumíniumhelyzetünk ma már feltétlen megkívánja az alumínium tisztítását. Egyes szakértők szerint elektrolizáló kohó, mely gazdasági szempontból a legkisebb, ma még nem szükséges. Ez vita tárgya lehet. Azonban addig is feltétlenül meg kell valósítanunk az első kísérleti elektrolizáló kemencéket a legkisebb amperszámú kohókban úgy, hogy akár külön áramátalakító berendezéssel működtetjük. 10—15,000 amperral és 5—7 Volt! kemencénként Hoopes-eljárással és a rendelkezésre álló üzemi áramsűrűséggel. Külföldön jól beváltak gyakorlatban a 20,000 Amp.-os kádak is erre a célra.

Ez a kérdés még eldöntésre vár. Azonban feltétlenül hozzá kell fognunk a fent említett szükséglet kielégítésére és hulladék alumíniumkészletünk megfelelő, gazdaságos felhasználására, a tiszta alumínium-elektrolízis megvalósítására. Ezt kívánja öt éves tervünk alumíniumipar fejlesztési terve is.

#### FELHASZNÁLT IRODALOM:

- Dr. Domony A.: „Alumínium“ 1951. évi 10. és 11. sz.  
 G. Missier: „Alumínium“ 1951. évi 4. sz. 329. old.  
 (A tiszta alumínium tulajdonságai stb.)  
 Deniflée S. „A 99,99%-os finomságú alumínium.“  
 B. K. L. 1950. év. 2. és 3. sz. 74—83. old.  
 Domony A. „A 99,99%-os alumínium.“ B. K. L. 1938. év.  
 281. old.  
 N. F. Budgen: Alumínium and its alloys (London, 1947.)  
 A. v. Zeerleder: Technologie der Leichtmetalle. 1947.



## Könyvismertetés

Sztrelec—Taic—Guljanickij — magyarul.

*Sztrelec—Taic—Guljanickij: Magnéziumkohászat. Nehézipari Könyv- és Folyóiratkiadó Vállalat 1951*

A könyv az elmúlt év szeptemberében jelent meg. Terjedelme 498 oldal. A fordítás alapjául az orosz nyelvű eredeti mű 1950. évi kiadása szolgált.

A magyar könnyűfémipar nagyütemű fejlődése mellett nagy örömmel üdvözljük Bjejajev: V.M. könnyűfémek kohászata fordítása után e műnek magyar fordítású megjelenését is.

E mű is nagyban hozzájárul a magyar magnéziumkohászat megteremtéséhez, mely már 12 év óta húzódik és szakirodalmi is mindössze másfél évtizedes.

A magyar szakirodalom azonban nem tért ki részletebben sem az elektrolitikus, sem a karbotermikus eljárásokra, viszont a nyugati szakirodalom is — a karbotermikus eljárások kivül — csupán szűkszavú megnyilatkozásokat közölt, mert a magnéziumkohászat technológiáját a kapitalista monopóliumok hosszú ideig szigorúan titokban tartották. Irodalmunkban gyér, összefüggéstelen adatok jelentek meg, amelyek nemcsak nem nyújtottak tisztá képet a jelenlegi gyártási eljárásokról, de sokszor ellentmondó jellegűek voltak. E könyv viszont a magnéziumkohászat összefoglaló, minden részletre kiterjedő tudományos ábecéje. A szovjet tudósok és kutatók hatalmas munkájának nagy, összefoglaló kincsesháza.

A Szovjetunióban a magnéziumgyártási eljárásokat aránylag részletesen először 1934-ben P. P. Fedotjev írta le „Elektrolízis a kohászatban” c. könyvében. V. M. Guszkov 1938-ban megjelent monográfiája eléggé részletesen taglalta a magnéziumkohászat irodalmának eddig közzétett anyagát. E könyv célja a magnéziumkohászat jelenlegi állásának köztulajdonba tétele és rendszeres összefoglalása.

Az első és negyedik részt B. Sz. Guljanickij, a második részt H. L. Sztrelec, a harmadik és ötödik részt A. Ju. Taic írták. Szovjetunióban a magnéziumipar létrehozatala a hazai tudományos kutató és kísérleti munkák alapján a szovjet kohászat kiváló eredményeinek köszönhető. A kérdés az alumíniumipar létrehozásával egyidejűleg, vagyis valamivel az első öt éves terv előtt nyert elintéztést. Első eredménynek a harmincas években egymás után üzembe helyezett két hatalmas magnéziumkohót tekintjük. A szovjet kohászok a hazai magnéziumipart teljesen önállóan létesítették, eredeti technológiát dolgoztak ki, figyelembe vették a hazai nyersanyagok sajátosságait. Mindezen felül a Szovjetunióban a magnéziumipar felvirágoztatásához sokkal rövidebb idő volt szükséges, mint a kapitalista államok bármelyikében.

Ezek a mondatok a szocialista iparfejlesztés nagy tettei felett érzett büszkeséget és lelkesedést tükrözik. A könyv minden részében pedig érezhetjük, hogy ez nem öncélú elméleti műnek készült, hanem éppen ezt a példátlan ütemű építést kívánja szolgálni. Eppen ezért bizonyos hogy a mű magyarul megjelenése nagy segítségünkre lesz a könnyűfémiparunk szocialista ütemű fejlesztésének munkájában és tanácsadója nemcsak a magnéziumkohászat szakértőinek, hanem iparpolitikánk vezetőinek is.

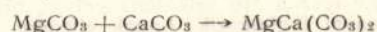
*Első részében* a magnéziumgyártás nyersanyagait tárgyalja. A magnéziumgyártás egyes nyersanyagainak jelentőségéről foglalat adnak, az idegen országok magnéziumgyártására vonatkozó alábbi adatok (1944. január 1-i állapotoknak megfelelően).

A magnézium 15%-át magnezitből, 45%-át dolomitból, 18,5%-át sósvizekből, 18%-át tengervízből és 3,5%-át karnallitból állították elő.

A dolomitnak, mint a magnéziumkohászat nyersanyagának széleskörű alkalmazását indokolja, hogy nemcsak mint a szilikotermikus magnéziumkohászat alapanyagát használják, hanem a magnéziumoxidnak a magnéziumklorid oldatból történő kiválasztására is alkalmazzák. Az így nyert magnéziumoxid szolgál nyersanyagként az elektrolitikus és karbotermikus gyártási eljárásoknál.

Magnéziumkohászatunk a hazai dolomitkincseinkre, mint nyersanyagra épülhet fel és e mű első részében részletes felvilágosítást kapunk a dolomit kalcinálására vonatkozóan mely első komoly láncszem a magnéziumkohászat technológiájának folyamatában, függetlenül attól, hogy a kalcinálást a bányában vagy pedig gyárban végzik. A dolomit disszociációja két fázisban történik: az  $MgCO_3$  bomlása  $734-736^\circ C$  között folyik, tehát mintegy 100 fokkal nagyobb hőfok mellett mint a magnezit  $MgCO_3$ -jának bomlása, a  $CaCO_3$  disszociációja  $904-906^\circ C$  foknál történik, vagyis azonos hőfokhatárok között, mint a mészkőnél.

A dolomitban lévő  $MgCO_3$  bomlásának nagyobb hőfokát az okozza, hogy



reakcióhoz 2840 kalória meleg szükséges.

A dolomit disszociáció folyamatának mechanizmusát P. V. Geld és O. A. Jesznij állapították meg.

Termografikus úton A. G. Berg tanulmányozta a dolomit és magnezit disszociációját s megállapította, hogy alkáli fémek sójának hozzáadagolásával a karbonátok disszociációs hőfokát csökkenthetjük és a folyamatot gyorsíthatjuk. Főleg 1% NaCl hozzáadásával a magnezit disszociációját mintegy  $80^\circ C$  fokkal, a dolomitét  $200^\circ C$  fokkal csökkenthetjük.

Foglalkozik továbbá az első rész a karbonátokra vonatkozó termodinamikai számításokkal is.

A második részben az elektrolitikus magnéziumelőállítást tárgyalja igen részletesen. A  $MgCl_2$  víztelenítésének úgy elméleti alapjait, mint technológiai folyamatát írja le kimerítően. Foglalkozik még a magnéziumoxid klórozásának fizikai és vegyi alapjaival és folyamatának technológiájával. Végül az elektrolízis technológiájával és gyakorlati kivitelével.

A harmadik rész hazai szempontokból a legfigyelemreméltóbb. Ez a rész foglalkozik a magnézium termikus előállításának szilíciummal, ferroszilíciummal, alumíniummal és kalciumkarbiddal történő redukciójával.

Bár az elektrolitikus magnéziumelőállítás elterjedt és sikeresen fejlődött, a  $MgO$  szénmentes redukáló anyaggal történő színítését indokoltá teszik a következők lehetőségei:

Nyersanyagként közvetlenül dolomitot használhatunk, egyenáram helyett váltakozóáramot alkalmazhatunk, esetleg a villamos energiát közvetlen tüzeléses fűtéssel pótolhatjuk. Az eljárás és a berendezés egyszerűbbé válik és a gyártási folyamat veszélytelen.

A termikus magnéziumelőállítási eljárások között a szilikotermikus foglalja el az uralkodó helyet. Ez egyidejűleg és egymástól függetlenül fejlődött ki különböző országokban, ezért több különböző önálló technológiai és berendezésbeli alakja ismeretes.

A fémeknek oxidjaikból más fémekkel történő kinyerését a híres orosz kémikus N. H. Beketov tanulmányozta, aki 1865-ben közzétett értekezésében közli, hogy sikerült báriumot és káliumot oxidjaikból fémalumíniummal redukálni. A magnéziumnak oxidjából történő színítése például káliumgőz hatására, szintén már a múlt században ismeretes volt. Ezek ellenére a magnéziumoxidnak szénmentes redukálóanyaggal történő termikus színítését és ipari megvalósítását csak a század 20-30-as éveiben kezdték meg.

A Szovjetunióban az égetett magnezitnek alumíniummal, szilíciummal és ennek ötvözetivel történő színítésére az első kutatások P. F. Antipin vezetése alatt folytak le.

A termikus magnéziumelőállítás és ez az eljárások kifejlesztésére irányuló további kutatásokat folytattak I. D. Garegorodcev, A. I. Vojnickij, V. G. Zsivov, A. Sz. Mikulinszkij és mások. E szerzők adatainak és munkáik eredményének nagy részét e könyvben közlik.



A hazai magnézium sikeres előállításához e részben közölt adatok is nagyban hozzájárulnak.

A negyedik rész a magnéziumnak karbotermikus úton való előállításával foglalkozik meglepő részletességgel.

Az előállítás lényeges feltétele a szennyezés és vízmentes MgO és a szintén szennyezésmentes széntartalmú anyag, mert az elegy jelentős szennyezetisége esetén, ez a szintítő kemence alján gyűlik meg és ezért azt időnként tisztítani céljából le kell állítani. A ragyteljesítményű kemencék leállítása bonyolult, hosszadalmas műveletet jelent, mert a kemence lehűlése és újra felmelegítése több napig tart. A kemence felhevítésénél nagymennyiségű villamosenergiát fogyaszt el feleslegesen.

A gyakorlat azt mutatja, hogy a szintítési folyamat megszakítás nélküli folytatásának biztosításához használt magnéziumoxidban legalább 95–96% MgO-nak kell lenni.

Az ötödik rész a Mg tulajdonságaival, olvasztásával és raffinálásával foglalkozik. Annak ellenére, hogy ez a rész rövid — mindössze 60 oldal — mégis oly könnyű megvilágításban tárgyalja a finomítás menetét, az olvasztások lényegét, az olvasztás technológiáját, hogy a kérdéssel foglalkozó elméleti és gyakorlati szakember előtt a tárgy egyszeri elolvasás után elméletileg és gyakorlatilag is tisztán áll.

A könyv nem tankönyv, ennél sokkal többet nyújt, ahogy azt a munka magyar kiadásának szerkesztője kifejtette.

A munka, rendkívül nagy gyakorlati felkészültséggel, elméletileg is tökéletesen megalapozott mű. Így pl. bár a karbonátok disszociációjának termodinamikai számításai csak hozzávetőlegesek, mégis a  $MgCO_3$  és  $CaCO_3$ -nak a hőfoktól függő disszociációs hőjét és szabad energiáját a mű termodinamikai egyenletekkel fejezi ki. Ugyanígy a  $MgCl_2$ ,  $NaCl$ ,  $KCl$  és  $CaCl_2$  bontási feszültségét is termodinamikai alapon vezeti le. Bőséges termodinamikai levezetések találunk a szintítési folyamatok elméleti alapjainak és a folyamat sebességeinek megállapításánál is.

A munka 133 ábrát és 213 táblázatot tartalmaz, a közölt táblázatok felbecsülhetetlen értékűek, mert — attól eltekintve, hogy rengeteg adatot ölelnek fel — a gyakorlat részére rendkívül sokoldalú tájékoztatást nyújthatnak. A papír viszont rosszabb, mint a szöveg kiadásé, ez a mű jobb papírt is megérdemelt volna.

A magyar szöveg majdnem kifogástalan. Érezhető benne a magyar kohászati szakkifejezések újszerűsége, ami a Kiadóvállalat gondos lektorválasztásának tudható be.

Sajnos e gondos lektor — szerkesztő — kontraredikátor megválasztás ellenére a munka nem mentes a sajtóhibáktól, amelyek nem értelemszavak, hanem szószantók lehetnek a lektorok és a kiadó részére. Pl. „A háború előtti évek „magnézium” világtermelése megközelítette az évi 2 millió tonnát, „magnezit” termelési helyett; vagy  $CaCO_3$  helyett  $CACO_3$  stb. ami nem dicséri a nyomdai lektor, mert a kiadói lektorok e hibákat bizonyosan kijavították.

A magyar kiadású könyv egyébként kifogástalan, kötése szerény ugyan, de mégis ízléses. A Kiadóvállalat költségvetését megállapító kormányzati szerv tette lehetővé, hogy a könyv ára mindössze 60 Ft.

Szmolka Lajos.

dr. Vadász Elemér: Bauxitföldtan.

Az elmúlt év végén jelent meg földtani irodalmunknak egyik legszebb összefoglaló munkája, Vadász Elemér: Bauxitföldtana. A szerző tollából 1946-ban jelent meg a magyar bauxitokra vonatkozó összefoglaló ismeret, melyben nagy részletességgel tárgyalja Magyarország bauxit előfordulásait. A most megjelent könyvben az egész világ bauxitelfordulását veszi részletes tárgyalás alá, kidomborítva azok jellegzetes települési körülményeit. A magyarországi bauxitokat is ebbe a keretbe illeszti bele.

A könyv tárgyalási módja teljesen újszerű és hűdó szellemű, mert az első fejezetben hiába keressük az „Előszót”, helyette „Célkitűzés”-t találunk. Az egyes fejezetek címe mind dialektikus szemléletről tesz tanúságot. Vadász részletes tárgyalás alá veszi a bauxit keletkezésére vonatkozó elméleteket is és anélkül, hogy valamelyik mellett állást foglalna, kritikailag tárgyalja azokat. Erre a tárgyalásra 11 oldalt szentel. A bauxit utólagos elváltozásának lehetőségét külön fejezetben tárgyalja. Rámutat a bauxitból való terra-rossa mállásra, valamint a közötté válás folyamatára. Ismerteti az urali és iszka-szentgyörgyi bauxitképződés azonos jellegét az áthámozódás körülményei közben létrejött járulékos ásványi elegyrészek alapján.

A bauxit földtörténeti szerepe című fejezetben tárgyalja földünk különböző rétegeiben található bauxit-előfordulásokat és ez képezi gerincét a további részletes ismertetésnek is. A legidősebb bauxit előfordulás, melyet Kelet-Szibériában ismertek meg a Saján hegység vonulatában, alsó kambrium korú, míg a legfiatalabb pészto-ceni települési. Az utóbbiak közé a laterites bauxitelfordulásokat sorozza.

Megemlíkezik a könyv a bauxit kutatásának irányelvéit, a bauxit minősítéséről, kiemelve a legújabb szovjet szabvány értékeléseit és a magyar bauxitminősítési szabványtervezetet. A bauxittal foglalkozó általános tárgyalások, mintegy fele részét képezik a könyvnek. A nagyobbik részben részletes tárgyalás alá veszi az egyes bauxitelfordulásokat korok szerint csoportosítva. A tárgyalásban két nagy csoportot különböztet meg: a „lae-rit”, valamint a „karszt” bauxitterületet. Ez a módszer teljesen újszerű és nem a kapitalista világ üzleti ízu bauxit tárgyalási módszerét követi, hanem egy magas ideológiai szemszögből tekinti át a világ bauxitelfordulásait.

Vadász ezzel a könyvével utat mutatott a korszerű tudományos tárgyalásmódra is. Feljegyzését egészen 1950-ig terjedő 6 és fél oldal irodalmi összefoglalás egészíti ki és 45 kép, illetve szelvény teszi a könyvet változatossá. Két térkép a bauxit telepek előfordulási helyét rögzíti (kár, hogy a magyar térképről a szöci bánya bejelölése kimaradt).

Mint ahogyan a könyv első fejezete teljesen újszerű, éppen így befejezése is az. Az utolsó fejezet: „Zárókövetkeztetések”, melyben a könyv legfontosabb megállapításait 7 pontban összefoglaltan adja. Ezt a fejezetet ezekkel a fennkölt sorokkal fejezi be: „Boldog geológus-nemzedék, amelyre népi demokráciánk tudománypártolásában ilyen feladatokat bízunk!”

A könyv szép és hibátlan kiállítása az Akadémiai Kiadó munkáját dicséri.

dr. Gedeon Tihamér

#### ALUMÍNIUM

Felelős szerkesztő: Vajk Péter. — Felelős kiadó: A Nehézipari Könyv- és Folyóiratkiadó Vállalat Vezérigazgatója  
Megjelenik: 35 pld.-ban — Szerkesztőség: V., Szalay-utca 4. Telefon: 129-699

Budapesti Szikra Nyomda, V., Honvéd-utca 10. — Felelős vezető: Radnóti Károly.



# ALUMINIUM

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET FÉMKOHÁSZATI SZAKOSZTÁLYA  
ÉS A FÉMIPARI KUTATÓ INTÉZET FOLYÓIRATA

IV. évfolyam

4. szám

## A hazai színesfémkohászat kiépítésének lehetőségei \*

GARAY LÁSZLÓ

A magyar fémkohászat egyes ágainak fejlesztési lehetőségeiről Egyesületünkben már több előadás hangzott el és sok cikk jelent meg a Bányászati és Kohászati Lapok hasábjain. Egyesületünk tagjai mindig szívükön viselték a magyar fémkohászat jövőjét és állandó szívós harcot folytattak annak kifejlesztéséért is. Az, hogy ennek a harcra munkának eredménye eddig még nem mutatkozott, nem az ő hibájuk. Egy pozitív eredményt mindenesetre elkönyvelhet Egyesületünk, azt, hogy felhívta a figyelmet a hazai fémkohászat lehetőségeire és állandóan ébrentartotta szükségyszerű kiépítésének kérdését. Ennek a kérdésnek állandó felszínen tartása és a *lelkes bizakodás a magyar fémkohászat jövőjében, nem volt hiábavaló és nem volt alapteljesítő.*

A magyar fémkohászat távlatait a felszabadulás tartta fel előttünk teljes egészében. A kapitalizmus bilincseitől megszabadult iparunk a szocializmus építésének lendületében szétrombolta a pesszimizmus által emelt gátakat és népgazdaságunk fejlesztésének szükségyszerű igényei egyre inkább fémkohászatunk problémái felé irányították a figyelmet. Kiderült, hogy *a magyar fémkohászat kifejlesztésének komoly lehetőségei vannak* és megvalósításával, amiért Egyesületünk és tagjai oly hosszú idő óta harcoltak, a kiépülő magyar fémkohászat hatalmas segítséget fog nyújtani szocialista iparunk egyre növekvő igényeinek kielégítésére.

Színesfémkohászatunk fejlesztésének lehetőségeit vizsgálva, meg kell állapítanunk, hogy meglevő és könnyen hozzáférhető ásványi kincseinket elődeink többé-kevésbé már feltárták és ércvagyainkat az akkori ismereteik birtokában megbecsülték. Azonban ez a munka még sok kívánnivalót hagyott hátra, mert a kapitalista gondolkodás sok hibáját tartalmazta. A nemzetközi kapitalizmusnak, amely trösztökön keresztül kezében tartotta és irányította a világ fémtermelését és árait, nem volt érdeke, hogy a termelést fokozza oly mértékben, ahogy a szükségletek megkívánták volna, hiszen ily módon jobb árakat, magasabb profitot biztosíthatott magának. A magyar színesfémkohászati lehetőségek kiaknázása sem volt érdeke, ezért a magyar tőkésosztály, amely szorosan össze volt fonódva a nemzetközi kapitalista körökkel, nem helyezte súlyt, sőt gátolta a magyar fémkohászat kifejlesztését. Szükségessé vált ezért, hogy a szocialista gazdálkodás szemszögéből történő kritikai vizsgálat alá vegyük az elődeink által elvégzett munkát. Ez a vizsgálat pedig

azt eredményezte, hogy kohóüzemek telepítéseinek lehetőségei egyes fémekre megvannak, annál is inkább, mivel időközben az ércelőkészítés is hatalmas fejlődésen ment keresztül.

Szocialista iparunk hatalmas arányú fejlődése révén jelentkező fémszükségletünk fedezésének gondjai végre is megérlelték ama kérdés eldöntését, hogy *színesfémek hazai termelésének van-e tárgyi alapja, van-e ércvagyron fedezete. Erre a kérdésre ma már határozott igennel felelhetünk.*

A továbbiakban röviden vázolom azokat a lehetőségeket, amelyekre színesfémkohászatunk jövőbeni kiépítését alapozhatjuk. Ahhoz, hogy ezt megítélhessük, a kutatások által feltárt, számszerűleg is meghatározható ércvagyonokon felül számításba kell vennünk a fokozott ütemben megindított bányászati kutatások által jelzett reménybeli ércvagyonokat is. A bányászat által kitermelhető érceken kívül színesfémkohászatunk kiépítésének érdekében figyelembe kell vennünk a hazai kohászat által eddig fel nem használt melléktermékeket is, ha azok nagy mennyiségűknél fogva nyersanyagbázist jelenthetnek. Az ércvagyonoknak ezen szempontok szerinti figyelembevételével vizsgáljuk meg tehát színesfémkohászatunk fejlesztésének lehetőségeit.

Ez a vizsgálat a jelen előadás keretében természetesen csak nagy vonalakban érintheti a kérdéseket és tárhatja fel az esetleges összefüggéseket. Előadásomnak célja csupán az, hogy összefoglalja a hazai fémkohászat fejlesztésének lehetőségeit, ezek vizsgálatánál felvessek néhány olyan szempontot és problémát, amelyeknek megoldása vagy tisztázása a hazai fémkohászatunk ügyét előbbre segítheti.

### 1. Rézkohászat

A hazai réztermelésünk alapját jelenleg teljes egészében a recski réztartalmú piritek kohósítása képezi. A recski bánya több mint 100 év óta ismert, ércvagyona pontosan meghatározott. A jelenlegi termelés fenntartásával ez az ércvagyon csupán 10 évig elegendő. Ha még hozzátesszük, hogy az egész ércvagyon réztartalma nem fedezi egy évi rézszükségletünket sem, akkor beláthatjuk, hogy a réztartalmú ércek utáni kutatásokkal egyidejűleg réztermelésünk növelése érdekében minden olyan anyagot fel kell dolgoznunk, amelynek réztartalma valamilyen módon kinyerhető. Hazai rézkohászatunk fejlesztésének jelen pillanatban ez az egyetlen lehetőség.

\* Ehangzott a BKE közgyűlésén 1952. II. 16-án.



a) Akkor, amikor rézércnek hiányában jelen pillanatban rézszükségletünknek csak kis hányadát tudjuk fedezni, a kénsavgyáraknál melléktermékként jelentkező *piritpörkökben lévő réz* elvesz a nemzetgazdaság számára. Az országban több százezer t számra van és vegyiparunk fejlődése folytán egyre nagyobb mennyiségben keletkezik kénsavgyárainknál a piritpörk, amely majdnem mindig rezet is tartalmaz. A bolgár piritpörkök például 0,9—1,0%-ig, a jugoszláv pörkök 0,54—1,75%-ig, a román pörkök 0—1,0%-ig tartalmaznak rezet. A réz mellett még cinket, aranyat, ezüstöt és egyéb fémeket is tartalmaznak. Ilyen magas réztartalommal a piritpörkök teljes mennyiségükben vasércként nem használhatók fel. Vasércként való felhasználásuk előtt a tekintélyes mennyiségű réz és egyéb fémek eltávolítását kinyerését kell elvégezni. A piritpörköknek klórozó-pörköléssel való feldolgozásával a fémek kloridjai és szulfátjai kilúgozhatók válnak, és a piritpörk a fémek eltávolítása után vasércként felhasználható.

A piritpörköknek vasércként való alkalmassá tétele, valamint az *értékes réz* és egyéb fémek *visszanyerése céljából* fel kell építeni egy *klórozó pörkölő üzem*et, amely a rendelkezésre álló piritpörköket fel fogja dolgozni. Ha egy évi 100.000 t piritpörköt feldolgozó üzemet veszek számításba és a feldolgozásra kerülő piritpörkök réztartalmát átlagban 1%-nak veszem, akkor egy ilyen kapacitású üzem évi 800 t rezet tudna piritpörkökből visszanyerni és a nemzetgazdaság rendelkezésére bocsátani.

b) Réztermelésünk növelése szempontjából foglalkoznunk kell a *tombakkal plattirozott vaslemez-hulladékok feldolgozásával*. A recski ércbánya által két év alatt kitermelt rézmennyiségnek megfelelő mennyiségű réz található az országban, a tombakkal plattirozott vaslemez-hulladékokon, amely nagy réztartalma (9%) miatt ócskavasként nem használható fel. Valóságos rézbánya van a kezünk között, amit eddig nem aknáztunk ki. Ez a hulladékmennyiség állandóan szaporodik és a hulladékokon lévő rézmennyiség nem kerül vissza az ipar vérkeringésébe. Ugyanakkor több ezer tonna acélhulladéktól esnek el Martin-üzemeink.

Ezen hulladékokon lévő tombak visszanyerése régóta foglalkoztatta a magyar szakembereket, de külföldön is igyekeztek a gazdaságos visszanyerést megoldani. Hazai vonatkozásban azonban a probléma sokáig nyitott kérdés maradt, míg végül a rézzel való fokozott takarékoság szükségessége a probléma végleges felszámolását nem követelte. A megindított kísérletek tisztázták ezen hulladékok feldolgozásának lehetőségeit. A feldolgozó üzem technológiájának megválasztásánál figyelembe kellett venni, hogy olyan eljárást alkalmazzunk, amely a lehető legkisebb beruházást igényli, hazai anyagokkal üzemeltethető és végtermékként elektrolittombakot ad. Súlyt kellett helyezni a tökéletes tombaktalanításra, ami a visszamaradó acélhulladék felhasználása szempontjából lényeges kérdés, nehogy tökéletlen tombaktalanítás miatt egyrészt rézvesztést okozzunk, másrészt martinacéljainkat rézzel még jobban elszennyezzük.

A követelményeknek megfelelt a külföldön alkalmazott nátriumcianidos oldatban történő elektrolízis.

Tökéletes tombaktalanítással katódatombakot és elsőrendű tiszta acélhulladékot ad. Azonban a nagy kádtérfogat szükséglete és a csak külföldről beszerezhető különleges egyenirányító berendezése miatt nagy beruházási költséget igényel. Ezenkívül importanyag még az elektrolithez szükséges nátriumcianid is.

Gyakorlati bevezetés szempontjából számításba jön a Szovjetunióban alkalmazott eljárás, amely szerint a tombak leoldása rézammonkarbonátos oldattal történik. Az oldás folytán keletkezett réz-cink komplex ammonsók gőzzel való kezeléssel réz- és cinkoxidra bomlanak, míg az  $\text{NH}_3$  és a  $\text{CO}_2$  regenerálható. A Szovjetunióban az így kapott réz- és cinkoxid üledéket megolvasztják, amikor a cink legnagyobb része elillan, vagy a salakba jut, míg a rezet nyersréz alakjában nyerik ki. Ez az eljárás a hazai termelésből rendelkezésre álló ammóniák felhasználásával a tombakvisszanyerést importanyagok felhasználása nélkül lehetővé teszi. Csupán oly irányú változtatást kell végrehajtani rajta, hogy az oldást ammonkarbonát helyett ammon-szulfáttal végezzük. Ilymódon az oldat közvetlenül elektrolizálható és tombak katódát nyerhetünk és kiküszöbölhetjük a tűzi úton történő feldolgozásnál elkerülhetetlen réz- és cinkvesztéseket.

Az ammóniákos oldás technológiájának kidolgozásához a Fémipari Kutató Intézet dolgozói is komoly segítséget nyújtottak. A szovjet szakirodalomból átvett eljárásnak gyakorlatba való átültetéséhez szükséges adatok az Intézetnek a kísérletei alapján a tervezés alapjául szolgálhatnak.

A Fémipari Kutató Intézet itt említett munkája egy szerény eredmény csak a többi mellett. Mégis ki szeretném emelni itt azért, mert példája annak, hogy kutató intézeteink dolgozói tudásuk legjavát igyekeznek adni minden kérdés megoldásához, akár kisebb, akár országos jelentőségű, hogy bebizonyítsák, méltók arra a megbecsülésre, arra a támogatásra, amelyben kormányzatunk őket, mint a tudományos munka képviselőit részesíti.

c) Röviden említeni kívánom még azt, hogy az évtizedek alatt a hányóra kidobott réztartalmú végsalakok tekintélyes része feldolgozható. E végsalakok legnagyobb része 1,5% rezet, de több ezer tonna 3,9% rezet is tartalmaz. Mivel a mai rézkohászati salakjaink 0,3—0,5% réztartalommal kerülnek csak a hányóra, ezen magas réztartalmú salakok újra kohósítása mindenképpen indokolt. *El kell tehát rendelni feldolgozásukat*, hogy e salakokban lévő tekintélyes mennyiségű rezet az ipar rendelkezésére lehessen bocsátani.

d) Réztermelésünk fokozása érdekében nem szabad elfeledkeznünk arról sem, hogy az ólom- és cink-ércek majdnem mindig rezet is tartalmaznak. A hazai ólom- és cinkércek eljövendő feldolgozásánál ezt figyelembe kell venni és az ércek réztartalmát vissza kell nyernünk.

Rézkohászatunk fejlesztésének, ezzel egyidejűleg réztermelésünk növelésének ezek a jelen pillanatban látható lehetőségei. Rézércnek felkutatása, rézkohászatunk fejlesztése érdekében bányászatunk feladata. Amennyiben e kutatások eredménnyel járnak, rézkohászatunk fejlődésének új irányt szabhatnak.



## 2. Ólom- és cinkkohászat.

Ahogy a rézércekben jelenleg még mutatkozó hiányunk rézkohászatunk fejlődésére még rányomja bélyegét, ugyanúgy szabja meg ólom- és cinkkohászatunk fejlődésének irányát a Gyöngyösorosziiban feltárás alatt álló ólom- és cinkérc előfordulás. A gyöngyösvidéki ólom- és cinkérc előfordulások már régóta ismeretesek. Feldolgozását már több ízben megkísérelték, azonban az akkor ismert dúsítási eljárásokkal gazdaságosan feldolgozni nem tudták, ezért az átlagban 2,5% ólmot és 5% cinket tartalmazó érc kitermelése nem indult meg. Hozzájárult még ehhez az is, hogy az előfordulás ércvagyont sem ismerték pontosan, mivel ennek megállapításához hosszadalmas és költséges kutató munkálatokra lett volna szükség. Rozlosznyi Pált ugyan megbecsülte a Gyöngyösorosziiban akkor ismert telérek ércvagyont és mennyiség tekintetében is műrevalónak ismerte el. A termelés azonban még sem indult meg, bár annakidején Finkey József és később Tarján Gusztáv egyetemi tanár hosszú kísérletorozat után azt is megállapította, hogy az érc flotálással dúsítható.

A felszabadulás után a megindított kutatások Gyöngyösorosziiban komoly ércvagyont igazoltak. Az érc feldolgozásának előkészítése céljából a Fémipari Kutató Intézetben lefolytatott kísérletek pedig igazolták Finkey Józsefnek és Tarján Gusztávnak az érc flotálhatóságára vonatkozó régebbi megállapítását. Ha tehát a gyöngyösoroszi érc dúsítható és szétválasztható ólom, cink és pirít színporra, akkor az ércvagyont mennyiségétől függően gondoskodni kell a megfelelő méretekben történő hazai kohósításról.

a) *A hazai ólomkohászat megteremtését* a gyöngyösoroszi ólom- és cinkérc előforduláson kívül a Dunántúlon a velencei hegységben folyó kutatások is indokolják. A Dunántúlon több helyen kibúvásban találtak galenites ércesedést. Bár jelenleg még egyedül a szabadbattyáni kutatásból folyik érctermelés, a most már érc-genetikai alapon végzett komoly kutatások arra engednek következtetni, hogy a Dunántúlon oly ólomérc előfordulásokra bukkanhatunk, amelyek ólomkohászatunk további ércellátását biztosíthatják.

Ha a dunántúli jelenleg még bizonytalan ólomércvaggal nem számolok, a gyöngyösoroszi ólom- és cinkérc flotálása folytán kitermelt ólom színpor mennyiségek feldolgozását is biztosítani kell. Az ország egyetlen, főleg ipari hulladékokat feldolgozó fémkohója jelenlegi berendezéseivel színporok kohósítására nem alkalmas, mert sem megfelelő pörkölő berendezéssel, sem rafináló berendezéssel nem rendelkezik és a nemesfémek kinyerését sem tudja elvégezni. Kiegészítése a megfelelő berendezésekkel folyamatban van. A kohó kibővítése egyúttal kiterjed a nemesfémek kinyeréséhez szükséges berendezésekre is, mivel — mint az ólomérc általánosan — a gyöngyösoroszi érc is tartalmaz aranyat és ezüstöt. Az ilyen módon kiegészített állapotában a kohó alkalmassá válik ólomszínporok feldolgozására, mindaddig, amíg a gyöngyösoroszi előfordulás ércvagyona véglegesen nem tisztázódik és elhatározást nem nyer a bányászati termelés maximális fokozása. Amennyiben a meginduló érctermeléssel párhuzamosan végzendő kutatások igazolják, hogy az érc-

vagyont valóban többszöröse a Rozlosznyi által meghatározott mennyiségnek és az újonnan feltárt ércvagyont kitermelése és dúsítása gazdaságos módon történhet, akkor a jelenlegi kibővített ólomkohó kapacitásunk nyilvánvalóan kicsinek fog bizonyulni és gondoskodni kell egy korszerű, nagykapacitású ólomkohó felépítéséről. Ezen új ólomkohó üzembehelyezésének időpontját, valamint kapacitását a Gyöngyösorosziiban kitermelhető ólomszínpor mennyiségen kívül befolyásolhatják még a dunántúli kutatások további eredményei is. Hiszen a Gyöngyösorosziiban jelenleg biztosnak mondható ércvagyont is lehetőséget nyújt olyan méretű érc-kitermelésre, amely jelenlegi ólomszükségletünknek 30%-át fedezi.

Ez év végére tisztán látjuk, hogy ólomkohászatunknak mik a további fejlődési lehetőségei. Bebizonyosodik-e, hogy Gyöngyösorosziiban valóban a jelenleg becsült ércvagyont többszöröse van és várható-e más előfordulásból jelentős mennyiségű ólomérc. Ha ezek a nem is túlzott reményeink valóra válnak, akkor a hazai termelésből fedezni tudjuk teljes ólomszükségletünket.

A hazai ólomkohászat megteremtésével egyúttal megvalósul a magyar nemesfémkohászat is. Az ólomérc nemesfém-tartalmának kinyerésével egyidejűleg megoldjuk a nemesiszapok kohósítását is. A recskai réztartalmú piritek nemesfém-tartalmát végső fokon összegyűjtő nemesiszapokat eddig külföldön kohósítottuk. A hazai ólomkohászat megteremtésével és kifejlesztésével egyidejűleg megoldást fog nyerni az arany és ezüst teljes hazai kohósítása is.

b) *A magyar cinkkohászat megteremtéséhez szükséges ércmennyiség kitermelését* is a gyöngyösvidéki ólom- és cinkérc előfordulások fogják biztosítani. Mint már említettem, az érc cinktartalma a jelenlegi feltárások alapján átlagosan 5%-nak vehető. A jelenlegi kutatások is, de régebbi szakvélemények is arra engednek következtetni, hogy az érc cinktartalma a mélység felé dúsul.

A gyöngyösvidéki ólom- és cinkérc mennyiségére vonatkozóan még mindig nincs kialakult egységes vélemény. *Abban minden szakvélemény megegyezik, hogy a jelenleg feltárt ércvagyont többszöröse lehet számítani.* Arra vonatkozóan azonban, hogy az újabb kutatások által feltárára kerülő érc átlagos cinktartalma a jelenlegi 5%-nál kisebb lesz-e, vagy nagyobb, ma még nem tud senki sem bizonyosat mondani. A korszerű ércelőkészítés azonban ma már 2% cinktartalmú érceket is gazdaságosan tud flotálni, ezért a gyöngyösvidéki ólom- és cinkérc előfordulás gazdasági jelentősége a várható nagy mennyisége miatt még jobban előtérbe kerül, mert az érc átlagos cinktartalmanak a jelenlegi alá való visszaesése esetén is a gazdaságos feldolgozása biztosítható.

A gyöngyösvidéki ércvagyont alapján *mindenképpen indokolt tehát hazai cinkkohó létesítése és a hazai cinkkohászat megteremtése.* Az érc flotálásából származó cink színpor feldolgozására elektrolitikus eljárással dolgozó cinkkohót kell létesíteni, hogy az előállított 99,95%-os finomságú elektrolit cinket az ipar minden területén felhasználhassuk. Az elektrolitikus cinktermelés egyébként is fokozatosan teret hódít világviszonylatban a termikus eljárással előállított cinkkel szemben. Ez is indokolja, hogy *hazai viszonylatban első*



*cinkkohónk megteremtésénél az elektrolitikus eljárást előnyben részesítsük.* Az elektrolitikus eljárásnak egyébként is sok előnye van a termikus eljárással szemben. Azonos nagyságrend mellett felépítésének költségei csupán felét teszik ki egy termikus cinkkohó felépítési költségeinek. Ugyanakkor kedvező áramár mellett a cinkelektrolízis olcsóbban termel és munkásszükséglete is csak egyharmada a termikus kohóéknak. Ezzel szemben az elektrolit cink ára 10%-kal magasabb átlagban, mint a nyers cink és a termelt cink elektrolit minősége folytán minden igényt kielégít. A cinkfeldolgozó iparoknál keletkezett cinkhulladékok nagyrésze is gazdaságon csak cinkelektrolízisben dolgozható fel, vagy másképpen nevezve, ezen hulladékok a színporon kívül külön ércbázist jelentenek elektrolitikus eljárással dolgozó cinkkohászatunk részére. Ezt annál is inkább ki kell emelni, mert a külföldi elektrolitikus cinkkohók ezen anyagokkal, mint komoly ércbázissal számolnak. A hazai ipar is a feldolgozandó színpor mennyiségén kívül tekintélyes mennyiségű cinktartalmú hulladékkal tud hozzájárulni cinkkohónk nyersanyaggal való ellátásához.

A gyöngyösoroszi érc, ólom és cinken kívül reze és kadmiumot is tartalmaz. A réz kinyerésének szükségességéről már beszéltem. Itt még megemlítem, hogy a kadmium kinyerését a cink elektrolízis mellé kapcsolt pár kádból álló kadmium elektrolízissel megoldhatjuk és az ország kadmium szükségletének 20–25%-át fedezhetjük majd hazai termelésből.

Mindezek alapján összefoglalva ólom- és cinkkohászatunk fejlesztésének lehetőségeit, meg kell állapítanunk, hogy ólom- és cinkkohó létesítésének a feltételei ércvagyon szempontjából megvannak. A kohók végleges nagyságrendjének megállapításához azonban még nem rendelkezünk elegendő kézzelfogható eredménnyel. Az érckitermelés távlati lehetőségei még sok bizonytalanságot tartalmaznak. Az ólom- és cinkkohászatunk kifejlesztése érdekében azonban nekünk kohászoknak is kell bizonyos kockázatot vállalni. Fel kell tételeznünk, hogy optimális reményeink valóra válnak és a létesítendő kohók tervezését ennek figyelembevételével úgy kell elvégezni, hogy a maximális kapacitású kohó több lépcsőben való kiépítése lehetséges legyen. Ezáltal az első lépcső kisebb kapacitásával a termelt színporok feldolgozását biztosíthatjuk, és a szükséges óvatossággal járunk el az ércvagyonra vonatkozó igen eltérő véleményekre való tekintettel. A végleges kapacitásnak több lépcsőben való elérésével a fokozatos fejlesztés korszerű végrehajtását is biztosíthatjuk és előre felkészülhetünk a nagyobb termelés megvalósítására.

### 3. Mangánkohászat.

Fémkohászatunk részére hatalmas ércbázist biztosít hazai mangánérc bányászatunk. Az úrkúti bánya ércvagyonra vonatkozó igen eltérő véleményekre való demjéni mangánércbánya, az eplényi bánya, de az egész Dunántúl teljesen fel nem tárt mangánérc vagyónával a hazai mangánkohászat megteremtésére vár. A hazai, igen jelentős mangánérc vagyónak leg-erősebb fogyasztója vaskohászatunk. A vaskohászatnak azonban magas mangántartalmú ércre van szüksége, mert így tudja csak gazdaságosan felhasználni.

A hazai mangántermelést megvizsgálva azonban azt tapasztalhatjuk, hogy a legnagyobb mangánérc bányánknál, Urkuton a kitermelt magas mangántartalmú érc csupán az összes termelésnek 30–40%-a, míg 60–70%-a mosásból eredő 8–10% mangántartalmú iszap.

Ilyen iszap jelenleg nagy mennyiségben áll rendelkezésünkre, értékesítéséről gondoskodnunk kell, mert ezen iszapok több ezer tonna fémmangánt tartalmaznak.

Amikor tehát fémmangán szükségletünket valutáért, külföldről szerezzük be, előttünk hever ezer tonna számra a mangániszap, és hasznosításra vár. De ugyanakkor meg kell valósítani az országban egyéb helyeken található, alacsonyabb, mint pl. a 13–18% mangántartalmú demjéni és a 26–30% mangántartalmú eplényi ércet fémmangánra történő feldolgozását is. A mangániszapok és alacsony mangántartalmú földes ércet feldolgozására üzemet kell létesíteni és elektrolitikus, vagy alumínótermiás eljárással fémmangánt, ferromangánt és mangánalumíniumot kell gyártani saját szükségleteink fedezésére és valószínűleg felesleg esetén export célokra. Bár kézenfekvőbbnek látszana erre a célra a magasabb mangántartalmú dúsított ércet feldolgozni, azonban fejlődő acéliparunknak egyre nagyobb szüksége van a magas mangántartalmú ércre. Célszerűnek látszik tehát, hogy magas mangántartalmú érceinket bocsássuk a vaskohászat rendelkezésére, míg a jelenleg értéktelen anyagként veszendőbe menő nagymennyiségű alacsony mangántartalmú iszaptól teremtjük meg hazai mangánkohászatunkat. Ezen feladatnak megvalósítása a magyar fémkohász szakemberekre vár, de megvalósításával a magyar kohászat fejlődésének igen fontos láncszemét fogjuk megvalósítani.

### 4. Titánkohászat

Egyre több szó esik mostanában a magyar titánkohászat megteremtésének kérdéséről. Komoly tudományos kutatások folytak és folynak ma is a fémtitán előállítására, amelynek hazai vonatkozású állásáról Gillemot professzor tagtársunk számolt be a Tudományos Akadémián. De a Fémipari Kutatóintézet is komoly, figyelemreméltó eredményeket ért el a vörösiszapok titántartalmának kinyerésével kapcsolatban lefolytatott kísérleteivel.

Vaskohászatunk hatalmas arányú fejlődése egyre több acéltötvöző fémet, közöttük titánt és vanádiumot követel. E fémeket import útján biztosítjuk akkor, amikor bauxitjaink titánt és vanádiumot is tartalmaznak. A timföldgyártásnál az ú. n. vörösiszap melléktermékként keletkezik oly mennyiségben, hogy ma már tárolási problémák is jelentkeznek. Ez a vörösiszap jelentős mennyiségű  $TiO_2$ -t tartalmaz. Az évente keletkező vörösiszapban annyi titán van, amely bőségesen fedezné szükségleteinket, ha kinyerését megoldanánk. A titánnak, mint ötvözőelemnek egyre jelentősebb szerepe lesz a kohászatban, nem beszélve a fémtitán felhasználási lehetőségeiről. A vegyészeti ipar a titánt, főként mint  $TiO_2$ -t használja.

A hazai titánkohászat megteremtésére tehát szükségünk van és a titánt, mint fémet, vagy ferróötövezetet, vagy titándioxidot az ipar rendelkezésére kell bo-



csátani. Titánkohászatunk megteremtésénél számításba kell vennünk a Szovjetunió hatalmas ilmenit-készleteit is, mint a titánkohászat legjobb nyersanyag-bázisát, de nem szabad megfeledkeznünk vörösiszap-jaink titántartalmának hasznosításáról sem, mert ez a nyersanyag jelen pillanatban mondhatjuk ingyen áll rendelkezésünkre. Ezért a titánkohászatunk megteremtését nekünk a vörösiszap titántartalmának kinyerésére kell alapoznunk, mert ebben jelen pillanatban is, hatalmas nyersanyagkészleteink vannak.

A titánoxid kinyerése a vörösiszaphoz gyakorlatilag megoldottnak tekinthető a Fémipari Kutató Intézet eredményes kísérletei alapján. Mégis vannak még tisztázatlan kérdések, amelyek jelen pillanatban még nem tennék lehetővé egy titántermelő-üzem létesítését. Hiányoznak ugyanis a vörösiszap kohósításának üzemi kísérletei, vagyis annak eldöntése, melyik a legalkalmasabb eljárás a titánnak salakba való vitelére és a vörösiszap vastartalmának redukálására.

A kísérletek ezirányi befejezését sajnálatos módon megakadályozta a diósgyőri kísérleti törpeolvasztó sürgőssé vált lebontása, aminek következtében a lényeges kérdésnek tisztázása nem történhetett meg. A titánkinyerés megoldása népgazdaságunk számára időrendi szempontból is sürgős feladat. Meg kell találnunk tehát a módját annak, hogy minél előbb tisztázzuk a titándús salakra váró vörösiszap-olvasztás jelenlegi nyitott kérdéseit. Mivel ezek leginkább vaskohászati kérdések, e téren komoly segítségre van szükségünk vaskohász kartársaink részéről. Kí kell azonban hangsúlyoznunk, hogy az elméleti segítségen kívül elsősorban gyakorlati segítségre van szükségünk. Konkrétan arra, hogy vaskohász kartársaink bocsássanak rendelkezésünkre alkalmas olvasztóberendezést a kísérletek befejezésére és a kísérleti időszak alatt gyakorlati tapasztalataikkal segítsék elő a kérdés mielőbbi megoldását.

### 5. Vanádiumkohászat

Lényegesen előbbre vagyunk a hasonlóan bauxit-alapra támaszkodó vanádiumkohászatunk megvalósításában. Az acélgyártás szempontjából nagyfontosságú vanádium a timföldgyártásnál nemkívánatos szennyezőként jelentkezik és az alumínium vezető-képességét erősen lerontja. Mivel a bauxit feltárásánál a vanádium is az aluminátlúgba kerül, az oldatot meg kell tisztítani tőle. Tehát akarva, nem akarva a vanádiumot só alakjában a lúgból el kell távolítani. A jelenlegi timföldtermelés mellett évente kb. 25 tonna vanádium kerül így az aluminátlúgba, míg ugyanakkor kb. 75 tonna vész el a vörösiszaphoz. Timföldgyártásunk fejlesztésével a mennyiségek évenként emelkedni fognak.

Bauxitjaink vanádiumtartalmának kinyerését részben megoldották. A timföldgyári aluminátlúgokból eltávolított szennyező elemeket tartalmazó úgynevezett vanádiumiszapok hazai feldolgozását megvalósítottuk. A vanádiumiszapban lévő vanádiummennyiség azonban csak  $\frac{1}{4}$  része a bauxit teljes vanádiumtartalmának, míg  $\frac{3}{4}$  része a timföldgyártásnál keletkező vörösiszaphoz marad vissza. A vörösiszaphoz lévő vanádiummennyiség kinyerése pedig még nincs megoldva.

Tudva azt, hogy a vanádiumra milyen nagy szüksége van a vaskohászatnak, fel kell vetni azt a kérdést, hogy lemondhatunk-e az összes vanádiummennyiségünk  $\frac{3}{4}$  részéről, amely a vörösiszaphoz marad. Természetes, hogy nem. Meg kell találnunk annak a módját, hogy a vörösiszapok vanádiumtartalmát hasznosíthassuk. Felül kell vizsgálni vanádiumkinyerés szempontjából minden olyan eljárást is, amelyet a vörösiszaphoz valamilyen célra való hasznosítására dolgoztak ki. Meg kell állapítani, hogy ezen eljárásoknál mi történik a vanádiummal, megoldható-e visszanyerése. Arról is beszélni kell, hogy a vanádiumiszaphoz való vanádium visszanyerésre alkalmazott eljárást is tökéletesíteni kell, még oly irányban, hogy a vanádiumvesztések a lehető legkisebbek legyenek. Erre azért van szükségünk, mert bauxitjaink vanádiumtartalma igen alacsony és emellett még leőhely szerint is erős ingadozást mutat. Vanádiumvagyonunk tehát korántsem olyan nagy, hogy nagyobb veszteségekkel dolgozó eljárásokat alkalmazhassunk. Ha sikerül mégis megoldanunk, hogy vanádiumvagyonunk legnagyobb részét ki tudjuk nyerni, akkor előrelátható vanádiumszükségleteinket hazai termelésből valószínűleg fedezni tudjuk.

### 6. Magnéziumkohászat

Magnéziumkohászatunk fejlesztésének lehetőségeivel nem kívánok bővebben foglalkozni, mert a Kohászati Lapokban és egyebütt Jakoby László kartársunk már régóta szívós harcot folytat megteremtéséért. Mindannyiunk előtt világosan áll magnéziumkohászatunk létjogosultsága, ha a rendelkezésre álló nagymennyiségű nyersanyag-bázisunkra és fémmagnéziumszükségletünkre gondolunk. Mindnyájan bízunk abban, hogy hamarosan lerakhatjuk a magyar magnéziumkohó alapjait is, amely a rendelkezésre álló nyersanyagok és az élenjáró szovjet magnéziumkohászat tapasztalatai alapján az egyre erősödő magyar alumíniumiparhoz hasonló hatalmas arányú fejlődésen fog keresztül menni.

### 7. Ócska fémek és ipari hulladékok.

Végül beszélni akarok még arról, hogy minden ország, de különösen fémszegény ország kohászatának elsősorban arra kell törekednie, hogy gondoskodjék az ipari feldolgozás folytán állandóan keletkező ócska fémek, salakok és hulladékok leggazdaságosabb és legcélszerűbb feldolgozásáról. Ha ilyen szempontból vizsgáljuk meg a hazai helyzetet, meg kell állapítanunk, hogy ezen a téren még igen sok tennivalónk van. A hulladékból termelt katódareztünk minőségét fel kellene javítanunk. Ehhez szükséges volna raffináló kapacitásunk növelése, hogy ne konverter, hanem raffinált rézből öntött jóminőségű anódokból állíthassuk elő a katódarezt, amely így alkalmassá válik a legkülönbözőbb igények kielégítésére.

Ennél sokkal rosszabb a helyzet az ólomhulladékok, az ólom, ón és az ólom-, ón-, antimonbázisú hulladékok feldolgozásánál. Elavult, 100 évvel ezelőtti alkalmazott eljárásokkal dolgozzuk fel ezeket a hulladékokat, természetesen nem a legkielégítőbb eredménnyel. Ezen hulladékok, de általában az összes hulladé-



kok feldolgozásánál a legsürgősebben rá kell térni a korszerű eljárások alkalmazására, amelyek segítségével a nagy tömegekben keletkezett hulladékok gazdaságosabb és magasabb értékű termékekké való feldolgozását biztosíthatjuk. Különösen fontos ez a kérdés ma, amikor fémkohászatunk fő tevékenységét még ezen hulladékok feldolgozása képezi, és korszerűtlen berendezések folytán csak nagy nehézségek árán tudja az igényeket jól, rosszul kielégíteni.

Az eddig elmondottakból kitűnik, hogy bár fémkohászatunk fejlődési lehetőségei az országunk földrajzi adottságai folytán korlátozottak, azonban korántsem annyira, hogy a meglévő lehetőségek kihasználásával ne biztosíthatnánk komoly fejlődést és alapanyag-termelésünkben jelentkező nehézségeink enyhítéséhez ne járulnának hozzá nagy mértékben. Ma, amikor iparunk páratlanul gyors ütemben fejlődik, az alapanyagok termelésének üteme elmarad az egész ipari termelés fejlődésének üteme mögött. Hogyan lássuk el iparunkat a kellő mennyiségű alapanyaggal, hogyan tartanak lépést alapanyagtermelő iparágaink a növekvő követelményekkel, ez ma tervgazdálkodásunk egyik

központi problémája. Ezért feladatunk az, hogy minden erővel fokozzuk a termelést ezekben az iparágakban. Nemzetgazdasági szempontból is egyre égetőbbé válik a hazai nyersanyagoknak kohósítás útján történő feldolgozása. Szükségessé teszi fémkohászatunk fejlesztését az a megfontolás is, hogy a bányászat által rendelkezésünkre bocsátott ércek és egyéb anyagok feldolgozásával bizonyos mértékben függetlenítsük magunkat az élesedő osztályharc következtében jelentkező kapitalista blokádkísérletektől.

A gazdasági együttműködésben lévő, a szocializmust építő népi demokratikus országok és a kommunizmust építő Szovjetunió ipara hatalmas arányokban fejlődik, egyre több és több fémét, nyersanyagot igényel. Világos tehát, hogy az ipar fejlődésével a magyar színesfémkohászatnak is lépést kell tartania, hogy feldolgozó iparunk egyre növekvő igényeit kielégíthesse. Ha kiaknázzuk azokat a lehetőségeket, amelyek kohászati nyersanyagok tekintetében rendelkezésünkre állnak, a kiépülő magyar fémkohászat nemcsak a magyar ipar, hanem a népi demokratikus államok ipari fejlődésének is komoly támaszává válhat.

## Hozzászólások

*Dobos György:*

A beszámoló elég átfogó volt és mindannyiunk részére széles, komoly perspektívát nyújtott a lefektetett tervek megvalósításához. Egy-két problémával azonban nem értek egyet, és pedig:

**Tombak kérdése.** Az előadó azt mondta: hogy az a hátránya, hogy nagyobb térfogatot és speciális egyenirányítókat követel meg. Ez helytálló, azonban ha ezt az eljárást úgy valósítjuk meg, ahogyan a nyersanyagok részünkre lehetővé teszik, hogy részünkre homogén szalaghulladékok állnak rendelkezésre, úgy az eljárás egyenirányítókat nem követel meg. A cyanidos eljárás azért követelt meg nagyobb térfogatot mert ennél a tombak hulladékokat kosarakba rakták és így oldották le a rezet. Ha megvalósítjuk azt az eljárást, amelyet a Fémfestékgyárnál megvalósítottak, akkor a rézleválasztás egyenletes, tehát semmiféle egyenirányító nem szükséges. Mivel a cyanidos elektrolízisnél közvetlenül az elektrolizáló tartályba rakjuk az anyagot, ebből következik, hogy kisebb tartály térfogat kell. Tehát az előadó megállapításai helyesek az irodalomban lefektetett tombak-eljárás bírálataként.

A jelenleg gyakorlatba átültetett eljárás tartalmazza a cyanidos elektrolizálás előnyeit.

**A mangán-kérdés.** A mi mangánigényünk elenyésző ahhoz képest, amennyire a vasasoknak szükségük van. A mangániszap kérdése annak a dolga, akinek masszív mangán-igénye van. Nekünk viszont a mangánnal kapcsolatban kemény igényeink vannak: vasszegény, tiszta mangánra van szükségünk. Tehát speciális, olcsó eljárásokra van szükségünk, aránylag kis tételek feldolgozására, tehát adott esetben célszerű lesz a legjobb minőséget használni.

*Dunay Sándor:*

Garay kartárs értékes előadásához a titánra vonatkozó fejtegetéssel kapcsolatban kívánok hozzászólni.

Hazánk érvagyona között kimondott titánércek, mint pl. *rutil* (kevés vassal szennyezett  $\text{TiO}_2$ ), *ilménit* vagy titánvasérc ( $\text{FeTiO}_3$ ), *sphen* ( $\text{CaTiSiO}_5$ ), *perowszkit* ( $\text{CaTiO}_3$ ) nem fordulnak elő, mégis lehetőség nyílik arra — mint azt az előadó kifejtette — hogy ferrotitán, illetve titánoxid szükségletünket hazai nyersanyagból fedezzük.

Ugyanis bauxitjainkból a Bayer-féle, nálunk használatos timföldgyártási eljárás során a titánvegyületek a vörösiszapba kerülnek, miáltal olyan terméket kapunk, melyben a bauxit eredetileg 2,5–3%  $\text{TiO}_2$ -tartalma 5–6%-ra dúsul. Ilyen alacsony  $\text{TiO}_2$ -tartalom mellett azonban nem is gondolhatunk a titánvegyületek gazdaságos kinyerésére, tehát a vörösiszapot tovább kell dúsítani. Erre lehetőséget nyújt az a körülmény, hogy a vörösiszap általában 8–10%  $\text{Na}_2\text{O}$  és 16–22%  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -t tartalmaz, melynek eltávolítása révén a maradék  $\text{TiO}_2$  százaléka tovább emelkedhet.

A vörösiszap feldolgozásával kapcsolatban a Fémipari Kutató Intézet sikeres kísérleteket végzett, melyek célja elsősorban a timföldgyárak veszteség mérlegét terhelő, a vörösiszappal együtt hányóra kerülő nátriumoxid és alumíniumoxid visszanyerése volt. A kisüzemi mértékben is kipróbált eljárás során kitermeltük a vörösiszapban volt, említett két anyag 60–70%-át mégpedig olyan alakban, hogy azt közvetlenül vissza lehetett vezetni a timföldgyártási körfolyamatba. Az így kapott másodlagos, vagy dúsított vörösiszap  $\text{TiO}_2$ -tartalma 55–70%  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  mellett 8–9 százalékra emelkedett. A dúsított vörösiszapot, mely



már vasércnek tekinthető, vasra kohósítottuk, így jóminőségű fémvas mellett olyan salakot kaptunk, mely már 20—22%  $TiO_2$ -t tartalmazott.

A megfelelő olvadáspontú és folyósságú salak elérésére különféle salakképző adalékokkal kísérleteztünk és legjobb eredményt a szarvaskői wehrliittel érték el. A wehrlit 24—26% vas és 8—12%  $TiO_2$  tartalma miatt önmagában sem vasra, sem  $TiO_2$ -re fel nem dolgozható, viszont a benne levő Ca és Mg vegyületek folyósító hatása vörösiszap kohósításánál jól érvényesül, emellett az ércben volt Fe és Ti vegyületek ily módon hasznosíthatók.

A kapott titándús salak további feldolgozása kénsavas feltárással történik. Ha tekintetbe vesszük azt, hogy a titándús salakunk kb. 30—32%  $SiO_2$ -t tartalmaz, mely feltáráskor kénsavat nem fogyaszt, úgy salakunkat kb. 30%  $TiO_2$  tartalmú nyersanyagnak tekinthetjük, melynek gazdaságos feldolgozása már eredményesen végrehajtható.

A titándús salak előállítását kisüzemi mértékben is végrehajtottuk és az eredmények a laboratóriumi kísérleteket igazolták. Nagyobb méretű próbagyártásra az előző által említett okok miatt nem kerülhetett sor, de reméljük, hogy a fennforgó nehézségek hamarosan kiküszöbölhetők lesznek és az így szerzett tapasztalatok hasznosításával nagyban is megindulhat a titándús salakok előállítása, illetve azok feldolgozása.

Visnyovszky László:

A mangán az acélgyártás nélkülözhetetlen segédíme. Mangán nélkül acélt gyártani nem lehet, éppen ezért a mangánt, illetve a mangánérceket a második világháború idején mindenütt elsőrendű háborús nyersanyagnak nyilvánították, forgalmát hadipari szempontok szerint irányították.

Az acéliparnak mangánra különféle alakban van szüksége:

a Thomas nyersvas Mn-tartalma	1—1,5%
az acélnyersvas Mn-tartalma	2—3,5%
a tükrös nyersvas Mn-tartalma	10—20%
a ferromangán Mn-tartalma	65—80%
a mangánfém Mn-tartalma	92—95%

A Thomas- és acélnyersvas 1—3,5%-nyi mangántartalmának biztosítására nincs szükség kimondott mangánércekre. Erre a célra megfelelnek a mangántartalmú vasérc és a különféle mangánhordozók, melyek közé tartoznak a mangánérc előkészítésének maradványai, Martin-salak, stb. A tükrös nyersvas gyártása szintén nem igényel jóminőségű mangánérceket. Ferromangán gyártásához azonban már olyan érc kell, melynek mangántartalma a vas tartalmához képest lényegesen több. Minél nagyobb az ércben a Mn/Fe viszony, annál nagyobb mangántartalmú ferromangán gyártható az ércből és annál értékesebb a mangánérc.

Mangánfém gyártásához Fe-mentes érc, ill. alapanyag kell.

A világ mangánérc fogyasztása durva megközelítéssel a termelt acélmennyiségnek 3—4%-a, vagyis jelenleg kb. 6—8 millió tonna évenként. A mangánérc lelőhelyek nem egyenletesen oszlanak el a földön. Legnagyobb készletekkel a Szovjetunió rendelkezik, azután következik India, Aranyapart, Dél-Afrika, Brazi-

lia, Egyiptom, Japán, Kuba stb. Európa aránylag szegény mangánércben. Nyugateurópa legjelentősebb mangánérc előfordulása Magyarországon van, Urkut mellett.

Az Urkuton eddig feltárt mangánérc mennyisége kb. 1 millió tonna. A valószínű ércvagyon 10 millió tonna, a reménybelit pedig 20—30 millió tonnára becsülik. Az urkuti ércvagyon tehát elég tekintélyes és olyan értéket képvisel, hogy a lehető legjobb kihasználásáról kell gondoskodni, főképpen azzal a céllal, hogy az ércnek minél nagyobb mennyisége ferromangán gyártásra legyen alkalmas.

Az urkuti mangánérc átlagos összetétele kibányászott nyers állapotban:

Fe	14 — 16 %	$SiO_2$	10 — 18
Mn	23 — 26 %	$Al_2O_3$	6 — 11
P	0,11 — 0,23 %	CaO	1 — 3
S	0,04 — 0,1 %	MgO	1 — 2
		$TiO_2$	0,3 — 0,5

Ásványtanilag az érc főképpen psilomelanból, pirozuitból és polianitból áll. A pirozuit egy része már a fejtésnél kiválogatható.

Ennek összetétele:

Fe	4,8 %
Mn	56,7 %
P	0,01 %
$SiO_2$	5,0 %

A kibányászott érc nagy tömege fenti elemzés szerint nem felel meg a ferromangán-gyártáshoz szükséges minőségnek. Az ércet tehát mangánban dúsítani, vasban szegényíteni kell. Ez a dúsítás Urkuton jelenleg mosással történik, Excelsior rendszerű mosóberendezésben.

A mosás eredményeül háromféle terméket kapnak:

1. 0,5-től 20 mm szemmagyságú darabos ércet,
2. 0,05-től 0,5 mm szemmagyságú homokot,
3. 0,05 mm-nél kisebb szemmagyságú iszapot.

A termények összetétele és súlyaránya:

	Darabos érc	Homok	Izap
Fe %	8 — 12	14 — 18	15 — 17
Mn %	38 — 45	22 — 26	12 — 16
P %	0,15 — 0,25	0,18 — 0,25	0,15 — 0,16
S %	0,01 — 0,2	0,1 — 0,2	0,1 — 0,2
$SiO_2$ %	3 — 7	14 — 16	26 — 38
$Al_2O_3$ %	4 — 9	12 — 15	14 — 15
CaO %	2 — 3,5	3 — 4	2 — 3
MgO %	0,05 — 1	2 — 3	2 — 3,5
Súlykihozatal %	34	6	60
Mangánkihöz. %	55	6	39

70%-nál több mangánt tartalmazó ferromangán gyártásra csak olyan érc használható, melyben a Mn/Fe viszony legalább 3,5. A mosott darabos érc megfelel ennek a követelménynek, a homok és iszap azonban nem. A mosott darabos érc, a nyers érc mangántartalmának kb. 55%-át tartalmazza, így az urkuti mangánvagyonnak csak 55%-a hasznosítható ferromangán gyártásra.

A homok dúsítására vonatkozó kísérletek eredményesek voltak. Sikertelen olyan eljárást kidolgozni, mely-



nél a mangánhomok súlyának 46%-a még kinyerhető olyan minőségben, mely ferromangángyártásra is alkalmas. Minthogy a nyers ércből minden 100 000 t érc után eddig 34.000 tonna volt a ferromangángyártásra alkalmas mennyiség, fenti eljárással a homokból további 2700 tonna érc nyerhető. Végeredményben így az urkúti érc mangántartalmának az eddigi 55%-a helyett 58%-a válik alkalmassá ferromangángyártásra.

Az Excelsior ércmosóból kikerült iszap rendkívül finom szemcsékből áll, csaknem kolloidális anyag. Semmi remény sincs arra, hogy a szokásos fizikai módszerekkel az iszap mangántartalmát annyira feldúsíthatnánk, hogy legallább 3,5 Mn/Fe viszonyt kapjunk.

A mangániszap, mint a neve is mutatja, 40–50 százalékos nedvességet tartalmazó tényleges iszap. Ilyen állapotban a nagyolvasztóba nem adagolható, gondoskodni kell tehát adagolhatóvá tételéről.

A mangániszapnál tehát nem a dúsítás, hanem a szárítás és darabosítás a megoldandó probléma, mert az iszapban lévő teljes mangánmennyiség acélnyersvasgyártáshoz szükséges.

Kétségtelen, hogy az iszap kohósítása gazdaságosabb, mint bármely más darabos mangánérc, már csak a szárítás és szállítási költségek miatt is. De minthogy jelen pillanatban más mangánérc az acélgyártáshoz nem áll rendelkezésünkre, a mangániszap kohósíthatóvá tétele lényegesen javít nyersanyag helyzetünkön.

Az eddigiekből kitűnik, hogy ferromangángyártáshoz megfelelő minőségű és mennyiségű ércel rendelkezünk. A rendszeres gyártáshoz szóbajöhet, normális nagyolvasztóban, elektromos kohóban vagy oxigénes törpekohóban történő gyártás.

*Ami a színes-fémkohászat vasmentes mangánfém szükségletét illeti, az könnyen kielégíthetőnek látszik, a mangániszapból, pl. a Vasipari Kutató Intézetben kidolgozott Forbáth-féle eljárással, amikor a vasmentes  $MnSO_4$  oldatból a fémmangán vagy elektroli-zissal, vagy  $Mn_3O_4$ -en keresztül aluminotermikusan állítható elő.*

Összefoglalva véleményem szerint, az urkúti mangánércnek másással dúsított része használandó fel ferromangángyártásra, a homok dúsítható része szintén alkalmas erre a célra. Az iszap dúsításával azonban foglalkozni felesleges, mert az teljes mennyiségében acélnyersvas gyártáshoz szükséges, még kevés is, minden dúsítási eljárás a költségeken kívül mangánvesztést jelentene, amit vagy a ferromangángyártásra is alkalmas érc minőségéből, vagy más mangánérc forrásból kellene pótolni.

*Dr. Gedeon Tihamér:*

Garay László ismerteti a legújabb földtani kutatások eredményeit, mely szerint dr. Vadász Elemér kimutatta, hogy az urkúti mangánérc képződésének vizsgálatai során jurakori mélytengeri foraminiferákat talált. Ez a megállapítás teljesen új irányt szab a további kutatásoknak és a magyarországi jura előfordulásokat mangánérc képződés szempontjából is vizsgálat tárgyává kell tenni. A földtani kutatásokat ily irányba kiszélesítik és remény van arra, hogy az eddig ismert két mangánérc előfordulást még többel gyarapítani lehet.

A mangánérc feldolgozására hazánkban két kidolgozott eljárás ismeretes. Az egyik dr. Horváth Zoltán eljárása, melynek alapján a mangániszapot pirittel együtt pörköltve mangánszulfátot nyernek, melyet vízzel kilúgozva és kristályosítva lehet a kohászati ipar rendelkezésére bocsátani. A másik eljárás a Forbáth—Popp—Mázor-féle, melynek alapján a mangániszapot használják fel kéntartalmú generátorgázok kénmentesítésére. A folyamat során nemcsak iparilag nagyon fontos kénmentes gázt nyernek, hanem az eddig értéktelen mangániszap mangán-tartalma is feltáródik és vízzel, mint mangánszulfát kioldhatóvá lesz. A mangánszulfátot már többféle módon fel lehet dolgozni, vagy egyszerű pörköléssel kéndioxidot és  $Mn_3O_4$ -et lehet nyerni, vagy a mangánszulfátot elektroliázva a katódon a Mn-tartalomnak kb. 75%-át, mint tömör színtemet, a másik részét az anódon, mint mangánperoxid hidrátot lehet nyerni. Ez utóbbi mint igen aktív anyag a szárazelemgyártásnak fontos nyersanyaga.

Olyan kisméretű generátorüzem, mely óránként 2000 m<sup>3</sup> gázt termel és 12–14 g/m<sup>3</sup> ként tartalmaz, naponta 2 tonna száraz mangániszapot fogyaszt a kénmentesítésre. A mangániszap feldolgozásával kb. 350–400 kg fémmangán lenne nyerhető. Népgazdaságunk részére ilyen kísérleti üzemnek a felállítása elsőrendű fontosságú és azt lehetőleg a mangániszap termeléshez közel kell megvalósítani.

*Emőd Gyula:*

Hozzászólásomban először is a mangán-vitához szeretném a figyelmet felhívni, hogy fémkohászati szempontból, amint már Dobos kartárs is említette, csak igen tiszta és egészen kismennyiségű mangánra van szükségünk. A fémmangán mennyiséget még csökkentik az újabb kísérleti eredmények, amelyek szerint a legtöbb könnyűfém ötvözetbe a mangán  $MnCl_2$  alakban könnyű és egyszerű módon vihető be. Vannak esetek, amikor fémmangánnal egyes könnyűfém ötvözeteket nem is lehet előállítani.

Fémkohászati szempontból tehát a fémmangán előállítása mellett a  $MnCl_2$  előállítását is számításba kell venni.

A másik kérdés, amire fel kell hívnom a figyelmet, az a magnézium problémája.

Az előadó ezt a kérdést csak egészen röviden érintette és ügyesen áthidalta azzal, hogy Jakóby kartárs ezzel a kérdéssel szaklapok hasábjain már bőven foglalkozott. Igaz, hogy ennek a kérdésnek legrégibb és legodaadóbb harcosa Jakóby kartárs, aki kitartásával kétségtelenül elért eredményeket, azonban ez még mind kevés. Jakóby a magnéziumkohászat meghonosításának kérdésében sokáig egyedül állt, de ma már vagyunk néhányan, akik ebben a kérdésben mellette állunk. Ehhez a kérdéshez azon az alapon szólok hozzá, mivel Jakóby kartársnak ebben a kérdésben egyik fegyverhordozója vagyok és azonkívül hazánkban fellelhető nagymennyiségű és kohászatra kitűnően alkalmas magnéziumérc, a dolomit, arra kötelez bennünket, hogy a magnézium előállítás és feldolgozás kérdését ne becsljük le. Tegyük súlyponti kérdéssé, mivel az ipar is erősen sürgel bennünket.



Felhasználás szempontjából fontos területei az alumínium ötvöztetésénél, az újabb vezetőbronzoknál és a járműépítésnél vannak.

Az alumíniumnak előnyös mechanikai tulajdonságokat kölcsönöz, a vezetőbronzokban pedig jól helyettesíti az Sn-t és a Cd-t. A magnéziumalapú ötvözetek kis fajsúlyuk és jó közepes szilárdságuk folytán a járműipar jövő fémjei.

Külföldön, különösen a Szovjetunióban, már régen felismerték a magnézium értékét és felhasználásai körül értékes tapasztalatokat gyűjtöttek. A külföldi híradásokból tudjuk, hogy a magnézium öntészeti és képlékeny alakítási célokra egyaránt jól felhasználható. A különböző céloknak megfelelő ötvözetek előállíthatók és a célnak megfelelően feldolgozhatók.

A kezünkben lévő értékes nyersanyag és a jövő követelményei arra köteleznek, hogy mi is eredményesen fogjuk meg ezt a kérdést, mert ezzel nemcsak új iparágat teremtünk, de a nemzetgazdaságnak import anyagokban megtakarítást is érünk el.

*Papp Elemér:*

Vanádium nyersanyagjaink korlátozottak és minden lehetőséget meg kell ragadnunk, hogy vanádium termelésünket emeljük. A Magyar Tudományos Akadémia, amely az ipari problémák megoldásának vonalán élenjáró szerepet tölt be, Titán-Vanádium Albizottságot hívott létre, amelynek keretén belül, az ország összes szakemberei igyekeznek a most felvetett kérdéseket is helyes megoldási irányba terelni.

Mint tudjuk, mennyiségileg legfontosabb vanádium nyersanyagunk a bauxit, ill. vörösiszap. Alacsony vanádium tartalma ellenére is, a nagy feldolgozott mennyiség miatt, tág lehetőségeket rejt magában. Az eddigi feldolgozási módszerek, amelyek még rövid múltra tekintenek vissza, tulajdonképpen csak arra szorítkoztak, hogy a timföldgyártás folyamán az alumínát lúgból kiváló fehériszapot (vanádiumiszapot) dolgozzák fel és vonják ki belőle a vanádiumot. Egyik üzemünkben ilyen eljárás már ipari megvalósí-

tás formájában működik is és a vanádium tartalmat 80% körüli határfokkal kivonja a vanádiumiszapból.

Az előbb említett Akadémiai Bizottság azonban más irányokban is indít kutatásokat, és pl. Thomas salak vanádium tartalmának, de különösképpen az előadó által is említett vörösiszap-vanádium tartalmának jobb kinyerése felé is irányt vett.

Bár ezideig a vörösiszap fokozódó felhasználása terén elsősorban a titán, az alkália és az alumínium állt előtérben, a vanádium kérdést sem hanyagolták el tudományos intézeteink. A vörösiszap másodlagos feldolgozása révén, amelyet a Fémipari Kutató Intézet dolgozott ki, remény van a vörösiszap vanádium tartalmának újabb 50%-os oldatba vitelére is. Természetesen a kérdés nem olyan egyszerű, mivel az alumínátlúgokba kerülő többlet vanádium mennyiség csak abban az esetben értékes, ha azt onnan megint ki tudjuk választani és csak abban az esetben nem káros, ha a nyert timföldet és az abból készülő alumíniumot nem szennyezi.

Itt tehát biztosított menetben kell haladni az ipari vizsgálatoknak és csak abban az esetben szabad ráterni a fokozott vanádium oldásra a vörösiszapból, ha meg van annak biztosítéka, hogy a fokozott oldással kikerülő vanádiumot az alumínátlúgból az eddigi módszerekkel, vagy azok javításával ki is tudjuk emelni, továbbá, ha egyéb szennyezések, amelyek szintén oldatba mennek ilyenkor, — pl. króm —, nem fogják károsan szennyezni a timföldet és az abból készülő alumíniumot.

Mindenesetre, az a két irányban folyó vörösiszap feldolgozás, amelyek közül az egyik a közeli hetekben már az országban tervszerűleg megindul, a másik pedig előreláthatólag egy éven belül szintén megkezdődik, értékes üzemi tapasztalatokat fog nyújtani a bauxit, illetőleg vörösiszap vanádium kincsének fokozott kihozatali lehetőségére.

\*

Az előadáshoz még Kovács Sándor, Stirling Béla, Romwalter Alfréd, Máriássy Mihály és mások is hozzászóltak.

### Egyesületünk közgyűlése alkalmából érkezett üdvözlőtáviratok

A MÁVAG Kohászati Üzemek dolgozói szeretettel üdvözlrik az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület 60. jubiláris közgyűlését. Az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület az a természettudományi egyesület, amelynek munkáját a felszabadulása óta a legjobban megismertük, vagyis figyelemmel kísértük. Mérnökeink és élenjáró dolgozóink felhasználva az Egyesület által adott lehetőségeket, képezik magukat, és módjuk van megismerni a haladó technikát, hogy azt azután a gyakorlati munkában mindannyiunk javára felhasználhassák. Az Egyesület további működésétől azt várjuk, hogy egyrészt még szorosabbra

júzi a tudomány és a gyakorlat kapcsolatát, másrészt az egyesületbe tömörült kiváló szakemberek kollektív munkájával segíti megoldani problémáinkat, mely problémák országos jellegűek lévén, akadályai gyors fejlődésünknek. A 60-ik közgyűlés tanácskozásai vigyék tovább azt az egészséges fejlődési irányzatot, mely az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület munkáját felszabadulása óta egyre inkább jellemzi, és a közgyűlés határozatai állítsák csatasorba az Egyesületet az ötéves terv feladatai végrehajtása, a szocializmus felépítésének biztosítására. MÁVAG Kohászati Üzemek dolgozói.



## A FÉMIPARI KUTATÓ INTÉZET KÖZLEMÉNYEI

## Cr és V meghatározása egymás mellett bauxitokban, vörösiszapban és aluminátlúgokban, potenciometrikus titrálással

HEJJA ANDRÁS

Совместное определение Cr и V в бокситах, красном шламе и алюминиевых растворах потенциометрическим титрованием.

Автор: Гея Андрас.

Ein potentiometrisches Titrationsverfahren zur Bestimmung von Cr und V nebeneinander in Bauxiten, Rotschlamm und Aluminatlauge.  
VON A. HEJJA.

Potentiometric method for the simultaneous determination of Cr and V in bauxite, red mud and aluminate-liquor.  
BY A. HEJJA.

A króm és vanádium egymás melletti meghatározása bauxitokban, vörösiszapokban és aluminátlúg-féleségekben az irodalmi adatok szerint és az üzemekben is, általánosságban fotometrikus vagy kolorimetrikus úton történik. A módszer lényege az, hogy az anyagokat oxidációs ( $\text{Na}_2\text{O}_2$ -lúgos) feltárásnak vetik alá, amikor is a jelenlévő króm és vanádium teljes mennyisége kromáttá, ill. vanadáttá lesz.

A króm meghatározására a kromát sárga színe szolgál, vagyis az elkészített törzsoldat aliquot részét ismert kromáttartalmú oldat színével megfelelő koloriméterben összehasonlítva, megkapjuk a keresett kromtartalmat.

A vanádium meghatározására a törzsoldatunknak hasonló mennyiségét megsavanyítjuk, újra meg-lúgosítással a krómot hidroxid formájában leválasztjuk, majd a szüredékből kénsav és hidrogénperoxid hozzáadagolása után a vanádiumot kolorimetrikusan meghatározzuk.

A fenti eljárás igen elterjedt, azonban a króm és vanádium csekély mennyisége miatt nem teljesen kielégítő pontosságú, ezenkívül pedig a kellő koncentráció eléréséhez szükséges bepárlások miatt elég hosszadalmas is.

Részünkről a króm és vanádium egymás melletti meghatározásánál a fent ismertetett oxidációs feltárásból indultunk ki, azonban az általunk kidolgozott módszer lényegesen rövidebb, és gyors üzemi jellege ellenére is mikrokémiai pontosságú.

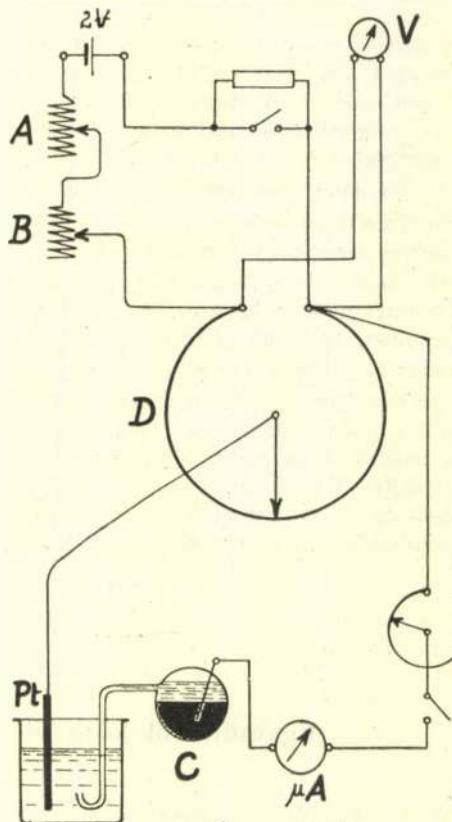
A króm és vanádium egymás mellett *ötvözetekben* potenciometrikus titrálással határozható meg. Az erre vonatkozó irodalom (2–10) számos jó eredményt adó eljárást ismertet. Kétféleképpen lehet eljárni a vizsgálatoknál; vagy úgy, hogy az alacsonyabb oxidációs fokú alakokból indulunk ki és oxidáló oldattal titráljuk az egyes elemeket egymás után, vagy a legmagasabb oxidációs fokokról kiindulva, redukáló oldattal titrálunk. Ez utóbbi módszer kényelmesebb és sokkal nagyobb elterjedtségnek örvend. Az oxidáció történhetik ammonperszulfáttal, perklorssavval, vagy oxidáló feltárásnál nátriumperoxiddal. A redukáló anyag lehet  $\text{FeSO}_4$  vagy Mohrsó,

$\text{SnSO}_4$ ,  $\text{TiCl}_3$ ,  $\text{CrSO}_4$ , és KJ. Természetesen a sztanoszulfát és a titánklorid kevésbé állandók lévén, ipari vonatkozásban nem igen jöhetnek számításba.

Fenti, az eddig csak leginkább ötvözetekben használt potenciometrikus eljárást (11) alkalmaztuk, a timföldgyártás nyersanyagában, valamint félkész- és végtermékeiben lévő Cr- és V-tartalom egymás melletti meghatározására.

## A készülék és eljárás leírása.

Az általunk használt *berendezés* (lásd mellékelt kapcsolási rajzot) kompenzációs készülék volt, amelynek az áramot 2 V-os akkumulátor szolgáltatta.



Az A és B előtétellenállásokkal a bemenő feszültséget úgy szabályoztuk, hogy a mérődobon 1 V feszültség legyen. A mérődob a használt elvi elrendezésben a Kohlrausch-féle készüléknek dr. Lányi-féle módosítása volt. Az elektródok platina és telített kalomel elektród voltak.

A potenciometrikus *titrálás* két részben folyik le. Először a kromát- és vanadáttartalmú kénsavas oldatot hidegen, beállított Mohrsóval addig titráljuk, amíg a mikroamper-mérő maximális kitérést mutat. A titrálás alatt élénken kevertünk forgó, mágneses



térrel működő fémbélésű üveg keverővel. A felhasznált Mohrsó oldat normalitása a várt Cr- és V-tartalomhoz igazodva lehet 0,1, 0,05 és 0,01 n. A vörösiszapok és bauxitok elemzésénél legcélszerűbb a 0,01 n. mérőoldat alkalmazása, amelynek töménységét  $n/100 \text{ KMnO}_4$  oldattal állítjuk be. A potenciometrikus titrálásnál az átcsapási pont körül célszerű néhány percig várni, mert a fellépő koncentrációs polarizáció miatt az egyensúly csak lassan áll be. Ezután a mérődobbal kikompenzáljuk a feszültségkülönbséget. Ellenőrzésül még néhány  $\text{cm}^3$  mérőoldatot adunk a vizsgálándó oldatunkhoz. Ez az első titrálás a Cr és V együttes mennyiségeit adja meg.

A titrálás befejezése után addig adunk a vizsgálándó oldathoz  $n/10 \text{ KMnO}_4$  oldatot, míg maradó rózsaszín lép fel. A  $\text{KMnO}_4$ -es oxidáció csak a vanádiumot viszi vissza, a megkívánt magasabb oxidációs fokra, amíg a Cr(II) csak Cr(III)-má oxidálódik, de nem Cr(VI)-tá, és így kromát nem lesz jelen. Ezután  $3 \text{ cm}^3$  5%-os nátriumazid oldatot adunk a vizsgálándó rendszerhez, és 5 percig keverjük. Ujabb  $3 \text{ cm}^3$  nátriumazid oldat hozzáadása után, mikor a permanganát színe eltűnt,  $n/100$  Mohrsóval ismét megtitráljuk a vizsgálándó oldatot. Ezzel a második titrálással a V mennyiségét kapjuk meg. A nátriumazid szerepe kettős: egyrészt a felesleges permanganátot elroncsolja, másrészt a króm magasabb értékűvé való alakulását teljesen megakadályozza. A két titrálásnál fogyott mérőoldat különbség megadja természetesen a krómra eső fogyasztást. Az egyenértékek:  $1 \text{ cm}^3 n/100$  Mohrsó oldat =  $0,1733 \text{ mg}$  króm, illetve  $0,51 \text{ mg}$  vanádium.

Az eljárást először tiszta törzsoldatok különböző arányú keverékeivel végeztük. A tiszta törzsoldatos kísérleteknél az átcsapási pontok igen élesek, de jól észlelhetők a vörösiszapok és bauxitok elemzésénél is. A meghatározások megbízhatóságát a következő táblázat adataival mutatjuk be:

Kísérlet	Bemért		Talált		Elérés	
	Cr mg	V mg	Cr mg	V mg	Cr mg	V mg
1	2,22	2,14	2,20	2,23	-0,02	+0,09
2	2,22	3,21	2,29	3,35	+0,07	+0,14
3	1,48	3,21	1,44	3,31	-0,04	+0,10
4	4,34	4,28	4,52	4,33	+0,18	+0,05
5	5,18	5,46	5,38	5,50	+0,20	+0,04
6	2,22	5,46	2,27	5,50	+0,05	+0,04

A tiszta törzsoldatokkal végzett kísérletek után meghatározás sorozatokat végeztünk bauxitokból és vörösiszap mintákból. A meghatározások menete a következő volt:

Kb. 5 g vörösiszapot, vagy bauxitot 30 g szilárd NaOH-val és 1 g  $\text{Na}_2\text{O}_2$ -vel befödött nikkal csészében óvatosan melegítve feltárunk. A feltárást főzőlapon, vagy szabad lángon egyaránt végezhetjük. A folyamat kb.  $\frac{1}{2}$  óra alatt befejeződik, ezután az olvadékat magától hűlni hagyjuk. Vízhűtés nem látszott célravezetőnek, mert a nikkal csésze erős hőfokváltozásra érzékeny, s így könnyen megrepedhet. A még nem teljesen kihűlt, megmeregt olvadékra  $35\text{--}40 \text{ cm}^3$  deszt. vizet öntünk és óvatosan forraljuk. A feloldódott részt tölcseren át  $500 \text{ cm}^3$ -es

n. lombikba öntjük. Ujabb deszt. vízmennyiség hozzáadása után ismét felforraljuk, és ezt az oldást addig ismételtjük, amíg az olvadék egész mennyisége oldatba nem ment. A mérőlombikot feltöltjük és a titán- és vas-hidroxidokat ülepedni hagyjuk. A szűrést elmulasztjuk, mert olyan hosszú ideig tart, amely idő alatt az ülepedés is megtörténik. Ugyanis mire az oldat lehül, a csapadék is leülepszik. Ezután a mérőlombikot, pontosan jelig töltve, az oldatot összeráztuk, majd újra üleptetni hagyjuk. Leülepedés után az oldat tisztájából  $200 \text{ cm}^3$ -t  $400\text{-as}$  hengerpohárba pipettázunk ki. Az oldatot, amelyben az alumínium teljes mennyisége, mint nátriumaluminát van jelen  $1/1$  kénsavval megsavanyítjuk úgy, hogy az először képződő csapadék teljes feloldása után még  $10\text{--}15 \text{ cm}^3$   $1/1$  kénsavat öntünk hozzá. Hideg vízbe állítva, a poharat lehűtjük és kihűlés után a fent leírt módon végezzük a titrálást. A savanyításnál képződött  $\text{H}_2\text{O}_2$ -t nem szükséges forralással elűznünk, mert a bennmaradt  $\text{H}_2\text{O}_2$  jelentős változást — tapasztalataink szerint — nem okoz.

Két vörösiszap elemzése esetén a vonatkozó adatok a következők:

Kísérlet	Anyag	Kiforrálás nélkül %	Kiforrással %
1	Cr	0,100	0,105
	V	0,160	0,160
2	Cr	0,058	0,054
	V	0,110	0,105

A párhuzamos meghatározások tehát egyező és jól reprodukálható eredményeket adnak. A fenti előkísérletek után párhuzamos meghatározásokat végeztünk bauxitokból és vörösiszapokból. A párhuzamos eredmények a következők:

Anyag	I.		II.	
	Cr %	V %	Cr %	V %
Bauxit I.	0,040	0,068	0,044	0,066
Bauxit II.	0,032	0,057	0,030	0,060
Vörösiszap I.	0,063	0,105	0,060	0,105
„ II.	0,052	0,105	0,057	0,100
„ III.	0,078	0,110	0,072	0,110

A számítás menete pl. o. egy vörösiszap esetében a következő volt: Cr—V együttes titrálásánál 2 g bemérésre számítva fogyott  $10,6 \text{ cm}^3$   $n/100$  Mohrsó oldat ( $11,44 \text{ n.cm}^3$ ) a második titrálásnál, azaz káliumpermanganátos oxidáció és nátriumazidos roncsolás után a V-ra fogy  $3,8 \text{ cm}^3$  ( $4,10 \text{ n.cm}^3$ ) Mohrsó oldat. Ebből:

$$\text{Cr} = \frac{(11,44 - 4,10) \cdot 0,0001733 \cdot 100}{2,0000} = 0,063\%$$

$$\text{V} = \frac{4,10 \cdot 0,00051 \cdot 100}{2,0000} = 0,105\%$$

Az aluminátlúgok Cr- és V-tartalmának megállapításánál az eljárás teljesen hasonló. Az aluminátlúgokból legcélszerűbb  $20 \text{ cm}^3$ -t elemezni, az elem-



zés kénsavval való megsavanyítás után a leírt módon megvégbe. Igen kevés Cr- és V-tartalom esetén, természetesen többet is vehetünk a vizsgálható oldatból. A meghatározásaink eredményét az alábbi adatokban közöljük:

Lúg	I.		II.	
	Cr mg	Cr mg/l	Cr mg	Cr mg/l
Dorr I.	1,53	76,5	1,51	76,0
Dorr I. b.	3,41	170,5	3,44	172,0
	V mg	V mg/l	V mg	V mg/l
Dorr I.	2,50	125,0	2,50	125,0
Dorr I. b.	0,75	37,5	0,74	37,0

Sok Mn jelenléte esetén az Mn zavaró hatását néhány csepp n/10 nátriumoxalát adagolásával küszöbölhetjük ki.

A meghatározást zavarják a következő ionok: Cl<sup>-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, és sok Po<sub>4</sub><sup>3-</sup>.

Egy-egy meghatározás ideje — a feltárást nem számítva bele — kb. 30. perc.

Amint a közölt adatokból látható, az ismertetett eljárás a bauxitok, vörösiszapok és aluminátlúgok Cr- és V-tartalmának meghatározásában jó eredménnyel használható.

#### IRODALOM:

1. I. M. Kolthoff és R. Tomicek Rec. Trav. Chim. Pays-Bas. 43. 781. 1924.
2. Zintl és Zainis. Z. angew. chem. 40. 1289. 1927. 41. 543. 1928.
3. Del Fresno: Z. anorg. u. allg. Chem. 2 12, 331, 1933.
4. Hiltner Potentiometrische Analysen. 108. 1935.
5. E. Grenberg és N. Genis Zavods. Lab. 10, 204, 1941.
6. Gottardi Met. Ital. 33. 353. 1941.
7. I. Birchel Ann. chim. Anal. 25, 64, 173. 1943.
8. Bengolea és Costa. Bol. admin. nacl. augus. 9. 476. 1945.
9. I. M. Kolthoff és D. R. May, Anal. Chem. 18. 208. 1946.
10. M. Chateau. Chim. Anal. 29. 171. 1947.
11. T. D. Parks és E. J. Agazzi: Anal. Chem. 22. 1179. 1950.

## Üdvözljük új Kossuth-díjasainkat!

Immár ötödször osztották ki a Kossuth-díjakat legkiválóbb tudósaink, alkotó művészeink, mérnökeink, orvosaink, pedagógusaink, a munkásosztály és a dolgozó parasztság élenjáró képviselői között. Népünk büszke a kultúra, a szocialista építés nagyszerű munkásaira. S a kitüntetettek érzik e megbecsülésben Pártunk, kormányunk, dolgozó népünk mély szeretetét, kimeríthetetlen segítőkészségét.

Egy olyan ország képe tárul eléink a Kossuth-díjasok névsorából, a kitüntetések megokolásából, ahol a tudós és a munkás, a művész és a dolgozó paraszt szoros együttműködésben munkálkodik a haza ügyéért, a szocializmus felépítéséért. Egy olyan ország képe tárul fel előttünk, amelyben a munka és a kultúra összekerült, ahol dolgozni és művelődni egyet jelent; ahol erőművek és gyárak nőnek ki napról napra a földből, ahol az ember szolgálatába szelídülnek a természet erői s a dolgozó nép rohamosan tör előre a kulturális fejlődés útján.

*Hazánkban felvirágzik a tudomány.* Szorosabbá válik az élet és a tudomány kapcsolata: Vadász Elemér és Szádeczky Kárdos Elemér egyetemi tanárok személyében olyan tudósok kaptak Kossuth-díjat, akiknek munkája hazai mangánérc- és barnaköszén kincseink feltárásiában nyújt segítséget. Más tudósok kutatómunkája a hazai nyersanyagok jobb felhasználásával, a Duna és a Tisza szabályozásával, vízi erőműveink építésével kapcsolatos. Lükettő, eleven tudományos életet tükröznek ezek a kitüntetések: olyan tudósokról adnak hírt, akiknek egy az útjuk a néppel.

Idén első ízben kaptak Kossuth-díjat a szocialista munka olyan parancsnokai, mint Gazda Géza helyettes gyárvezető. Deák János művezető, mint Röder

Béla és Loy Árpád sztahanovisták, akik kiváló szak-tudással rendelkező alkotó építői a szocializmusnak, akiknek a kezdeményezései tíz- és százazreket segítenek jobb, gyorsabb, takarékosabb munkamódszerhez. Olyan emberek ők, akiknél már megszűnt, vagy megszűnőben van a különbség a szellemi és fizikai munka között. Ott találjuk a kitüntetettek sorában az ipari munkásság fegyvertársainak, a műszaki értelmiségnek olyan kiváló képviselőit, mint Székely Lajos, a Dorogi Szénbányászati Tröszt főmérnöke, aki az aknák víztelenítése és a széleshomlokú gépi fejtési módok bevezetése terén ért el nagy eredményeket.

Idén hét Kossuth-díjjal több került kiosztásra mint tavaly és tizenötlet több mint 1950-ben. Mi a magyarázata annak, hogy ilyen nagy számban születnek nagy alkotásaink, hogy ilyen bősége van nálunk a tehetségeknek? Mindenekelőtt az, hogy nálunk nagyok, lelkesítők a feladatok, megvan az alkotómunka lehetősége. Az imperialista országokban az értelmiségre, a tudósokra, írókra és művészekre is lesújt a munkanélküliség, a bizonytalanság korbáca, amelynek vérígható csapásait a magyar értelmiség már csak emlékezetből ismeri. S ha lehet, még a nyomorral is nagyobb súllyal nyomja a nyugati értelmiséget az, hogy az imperialisták le akarják zúlszteni a tudósokat, művészeket, írókat, szakembereket, a háború előkészítésének engedelmes eszközeivé.

De nálunk megbecsülik, felkarolják, bőkezűen segítik azt, aki érdemes rá. Lelkesíti, tüzeli a nagy feladatok megoldására legjobbainkat az a meggyőződés, hogy sikereikkel a népet, a hazát, a békét erősítik. Lehet-e igazabb öröm, mint valami kiemelkedően értékes alkotással hozzájárulni az emberiség



nagy ügyéhez? A haza és a béke szeretete, az a tudat, hogy rajtuk is múlik az új élet felépítése és a béke biztosítása — ez is nagy erőt, lendületet ad tehetségeink kibontakozásához.

Alkotómunkájuknak irányt mutat a Párt. Tudósaink, művészeink, a maguk tapasztalataiból tanulják meg Rákosi elvtárs útmutatásának igazságát; „a szocializmus építésének bizonyos fokán túl minden értelmiségi munka minősége úgy nő és úgy hatványozódik meg, ahogy benne a marxizmus-leninizmus elmélete érvényre jut és megvalósul.” És a Kossuth-díj kiosztásának ünnepi fénye újra rávilágít arra a hatalmas segítségre is, amelyet életünk minden területén a Szovjetuniótól kaptunk és kapunk. Tudósaink új felfedezései, művészeink mestermunkái, mérnökeink hatalmas alkotásai, sztahanovistáink, munkásújtóink, élenjáró szövetkezeti parasztjaink nagy sikerei — mind a nagy felszabadító, szövetséges és barát ezernyi módon megnyilvánuló útmutatására, támogatására emlékeztetnek.

A kitüntetéseket Rónai Sándor elvtárs, a Népköztársaság Elnöki Tanácsának elnöke nyújtotta át a kitüntetetteknek.

A kitüntetettek nevében elsőnek Szádeczky-Kardoss Elemér kétszeres Kossuth-díjas egyetemi tanár szólalt fel.

#### Szádeczky-Kardoss Elemér kétszeres Kossuth-díjas tudós beszéde.

— Mélyen meghatva és boldogsággal eltöltve mondok köszönetet tudóstársaim nevében is kormányzatunknak és rajta keresztül az egész magyar népnek a Kossuth-díjjal való kitüntetésért — kezdte beszédét.

— Lehet-e nagyobb, felemelőbb tudat kutató számára annál, hogy munkájával kiérdemelte népének legnagyobb elismerését, hogy munkája magasabb értelmet nyert embertársai, hazája, sőt azon keresztül talán az egész haladó világ szolgálatában?

— *De lehet-e tisztelet és hála nélkül gondolni új világunkra, arra az új társadalmi rendre, amely a tudománynak ilyen értelmet adott?* A tudománynak, amelynek művelése ezelőtt alig néhány évvel hazánkban még nem jelenthetett többet, mint belső kutató kényszerből végzett, de legjobb esetben is öncélú, tudományszomj kielégítését! Ha eredményeit esetleg fel is használták, az a legjobb szándék ellenére végül is — sokszor észrevétlenül — az uralkodó népellenes kisebbség elnyomó céljainak szolgálatába került. Ha pedig ezért a tudományért esetleg jutalom járt, az az akaratlan árulás megszégyenítő vérdíja volt.

— A tudomány iránti közömbösség és a tudomány eredményei ilyen rút kihasználásának évtizedei után *lehet-e a tudós vágyainak tökéletesebb megvalósulását elképzelni, mint amikor munkáját az egész nép, maga a kormányzat nemcsak számontartja, érdeklődéssel kíséri, jutalmazza, hanem a legszebb elképzeléseit is messze túlszárnyaló módon támogatja?*

— Támogatja a szükséges felszerelések, műszerek, laboratóriumok, könyvek és folyóiratok, dokumentáció, könyvtárak, sőt egész új nagyszabású intézetek felállításával. Támogatja a személyes anyagi gondoktól való bőkezű mentesítéssel, nyugodt munka-

lehetőség és üdülés váltakozó biztosításával, a személyes kutatási idő megteremtésével, a kéthónapos alkotó-szabadság és a heti alkotó-napok beállításával. Támogatja a munkatársak számának növelésével, továbbiak kiképzésével, aspirantúra-intézménnyel, a kollektív nagyszabású munkalehetőségek és a koordinált tervszerű munka megszervezésével, a leghaladóbb szovjet tudomány megismertetésével, hazai és külföldi tudományos művek eddig elképzelhetetlen méretű kiadásával, és az elért eredmények jutalmazásával, ösztöndíjakkal, elismeréssel, kitüntetéssel, nem fukarkodva a legnagyobbal, a Kossuth-díjjal sem. De a tudományos munka értékelése abban a kutató számára legfelemelőbb jelenségben csúcsosodik, hogy *elért eredményeinket nem hagyja elveszni, azokat az egész nép, az ország fejlődése érdekében felhasználja, eszméinket tovább tökéletesítve megvalósítja, általuk a dolgozó népet segítő eszközöket, gépeket, eljárásokat teremt, új üzemeket, gyárakat épít, kórházak munkáját fejleszti.*

— Lehet-e a kutatónak szeretet és hála nélkül gondolni arra az új világra, amelyik mindezen felül felszabadította a tudós legsajátosabb, legszemélyesebb kincsét: a gondolatot, biztosítva annak előítéletmentes, tiszta tudományos szárnyalását, törvényerőre emelve a természettudományos szellemet! Ennek hiánya volt az, ami annyi, valóban perspektívában gondolkodó tudóst a letűnt világban önmagával is meghasonlott figurává torzított. Ott a természettudomány hivatalos hangja a kiábrándultság, a szkepszis volt. Az elismert, korszerűnek nevezett „tudós” nem remélte, hogy a természetet, a dolgok összefüggéseit valóban megérthesse. Korlátoznia kellett magát a tények szolgái leíró regisztrálására az egyszerű adatmegállapításra. Végső célját valamilyen lexikontudományban kereshette. A természetkutató tudásszomját már fiatalon elkerülhetetlenül elérte a csatlódás, amikor természettudományos eszméi szükségképp szembekerültek az idealisztikus felfogás mindeütt jelenlévő hatalmával. — *Most a tudós gondolkodását nem köli többé béklyóba hivatalos szkepszis és idealisztikus filozófia. A tudós lendületes, életteli, egész emberré válhatott. Tudja és meri a természeti jelenségek összefüggéseit megállapítani, hiszi és hirdetheti a dolgok megérthetőségét, hisz a tudomány erejében, hiszi és vállalja a természetnek az emberi ség javára való átalakítását.*

— És lehet-e a magyar kutató számára felemelőbb, mint az, hogy munkájáért a magyar szabadság ünnepén Kossuth nevével tüntetik ki, annak nevével, aki, ezelőtt 104 évvel az ország legjobbjait vezette a szabadságért folytatott küzdelemben? Akkor életüket áldozták, mások szabadságuk vagy hazájuk elvesztése árán küzdöttek olyan szabadságesszmékért, amelyek egy újabb évszázadon keresztül minden magyarnak legszebb, de legerőszelenebb álmai maradtak. És most egy évszázad után íme mégis megvalósultak ezek az álmok, és pedig sokkal ragyogóbban, mint azt akkor egyáltalán elképzelni lehetett: *megvalósult, hogy e századokon át elnyomott, gyarmati sorsban tengődő, egész Európában magánosnak látszó kis nép ma a munka ütemétől zengő, erősödő, széplő, a békéért küzdő országot épít, a világ hatalmas haladó békétáborának megbecsült tagjaként*



— A haladó tudományt a fejlődés tényének ismerése, a fejlődés tudatos előmozdítása jellemzi. A tudomány szervezeti fejlesztése új társadalmi rendünkben megtörtént, a tényleges fejlődés azonban éppen csak megindult, kiteljesedni a jövőben fog. Csak az első lépéseket tesszük; még a szervezés nehézségeinek legyőzésével küzdünk, de máris hatalmas távlatok nyílnak előttünk. Kezdjük úgy érezni, hogy a tudomány eddigi sokszázados fejlődése csak első gyermek próbálgatás, nehézkes tapogatózás volt, és előttünk beláthatatlanul nagy út áll. *A fejlődésnek ebben a hatalmas útjában, a haza további építésében mi, Kossuth-díjas kutatók ki akarjuk venni részünket. Némelyek eddig eredményeik tökéletesítésével, új területekre alkalmazásával, mások tudásuk átadásával, a fiatalok oktatásával, egyesek ezenfelül a kutatásnak egészen új, merész és nagyszerű ösvényei kipróbálásával — de mindnyájan a népért, a haladásért, öt éves tervünk sikeréért és a békéért.*

— Ugy érezzük, hogy *a Kossuth-díj által maga a magyar nép kötött velünk szerződést, az újfajta szocialista munkaszerződés egy különleges nemét. Ugy érezzük, népünk azzal, hogy a haladó tudománynak az első lépésekben eredményesnek mutató művelőit a márciusi seregszemlén Kossuth-díjjal kiemelve, bizalmát helyezte belénk — így elkötelezett minket, hogy a fejlődésnek most kezdődő roppant útján is élenjáró harcosai legyünk a tudományt művelők seregének.*

— *Mi, régi és új Kossuth-díjas kutatók büszkén és boldogan vállaljuk ezt az elkötelezettséget, a legszebb szerződést: népünkért, a haladásért, a békéért való küzdelmet tudományunk segítségével. Vállaljuk és a gyönyörű feladatért a leghelyesebb úton: a nagy Sztálin és az ő legjobb magyar tanítványa, Rákosi Mátyás útmutatása szerint fogunk harcolni — fejezte be felszólalását Szádeczky-Kardoss Elemér.*

A szocialista építés kitüntetettjei nevében Loy Árpád, Kossuth-díjas sztahanovista bányász beszélt.

#### Loy Árpád Kossuth-díjas bányász beszéde

— A kitüntetett munkások nevében szeretnék köszönetet mondani pártunknak, kormányunknak, dolgozó népünknek — kezdte Loy elvtárs. — Ki sem tudom mondani azt az érzést, amely most engem eltölt. Itt állok ebben a gyönyörű teremben, a parlamentben, amelynek régen a munkásnép közelébe sem jöhetett. Soha nem gondoltam volna arra, hogy egyszer eljutok ide! Amikor 12 évvel ezelőtt Alberttelepre érkeztem, egy vesszőkosár és két gyerek volt egész vagyonom. Mint zsilvölgyi bányász, azt reméltem akkor, hogy itt emberi élete van a bányásznak, de rádöbbentem, hogy a tőkés Magyarországon és a tőkés Romániájában egyforma az embertelenség és a mohóság. Tizenhárom éves korom óta dolgozom, de *csak azóta szerettem igazán a munkát, amióta tudom, hogy a szemet saját magamnak, a nép államának fejtetem ki a bányából.*

Olvastam Sztahanov munkájáról és ez lelkesített arra engem és bányász elvtársaimat, hogy 1949-ben elindítsuk Alberttelepen a magyarországi Sztahanovmozgalmat. Ennek az időszaknak a sikerei megmutatták, hogy a magyar bányász is képes elérni kimagasló

eredményeket a Párt irányításával, a szovjet tapasztalatok felhasználásával, a jó szervezéssel és a műszakiakkal való rendszeres együttműködéssel.

— Rákosi elvtárs a tatabányai bányásztervezetelen megvilágította a bányászok feladatait. Az ő szavai lelkesítették az alberttelepi bányászokat arra, hogy még jobban dolgozzanak és újabb mozgalmat indítsanak a többtermelésért. Mi, munkások, sztahanovisták — Rákóczinak, Dózsának, Petőfinek és Kossuthnak, a magyar nép legjobb fiainak követői vagyunk. Mi is az erős, szabad és független Magyarországért harcolunk. Tudjuk, hogy *csak akkor követjük hűségesen nagy történelmi hagyományainkat, ha egyre több vasat, szén és textilt adunk országunknak. Csak akkor védhetjük meg drága szabadságunkat, csak akkor állhatunk helyt nagy barátunk, a Szovjetunió oldalán, a 800 milliós békétáborban, ha teljesítjük öt éves tervünket.*

— Köszönjük Pártunknak, Rákosi elvtársunknak, kormányunknak ezt a megtisztelő kitüntetést, ígérjük, hogy méltóak leszünk rá. Dolgozó népünk bízalmát hűséges jó munkával háláljuk meg.

*Eljen győzelmeink szervezője és vezetője a Magyar Dolgozók Pártja!*

#### A magyar bányászat és kohászat 1952. évi Kossuth-díjasai.

Húszezerforintos Kossuth-díjat kapott:

Vadász Elemér egyetemi tanár a hazai mangánércnek genetikai elméletének kidolgozásáért és annak gyakorlati eredményeiért, valamint „Bauxitföldtan” című művéért.

Szádeczky-Kardoss Elemér egyetemi tanár a barnaköszén üttörő közettani vizsgálataiért és ezzel kapcsolatos publikációiért.

Gál Endre és Gerber Károly az Ujításokat Kivitelező Vállalat főmérnöke, illetőleg mérnöke — a díj összegének egyenlő arányban történő megosztásával — egy új nagyteljesítményű fúróberendezés kidolgozásáért és gyakorlati megvalósításáért.

Tízezerforintos Kossuth-díjat kapott:

Esztó Péter egyetemi tanár a bányászatban fellépő közetmozgásokra vonatkozó elméleti és gyakorlati kutatómunkájáért.

Forgó László a Hőtechnikai Intézet helyettes igazgatója az apróbordás hőkicserélő elméletének kidolgozásáért.

Dr. Tasnádi Andrásné, Széki Pálma, a Rákosi Mátyás Művek metallográfiai laboratóriumának vezetője a fémek felületvédelmével kapcsolatos eljárások kidolgozásáért és egyéb tudományos és gyakorlati jelentőségű munkájáért.

Gazda Géza, a Rákosi Mátyás Művek acélhengermű üzemének üzemvezetőhelyettese a hulladékanyagok nagy megtakarítást jelentő hasznosításával kapcsolatos országos jelentőségű mozgalom elindításáért és a mozgalom kiszélesítésében szerzett érdemeiért.

Nagy Ferenc, a Budapesti Tűzállóanyagráktár vegyi laboratóriumának vezetője a kohászati tűzállóanyagok korszerű gyártástechnológiájának kidolgozásáért.



**Bódy Béla**, az Ózdi Kohászati Üzem előhengeresze brigádját sztahanovista szintre emelte. 1951-es tervét november 3-án befejezte, selejtszázalékát 0,19 százalékra csökkentette, élenjár a munkaverseny kezdeményezésében, brigádja többtermelési értéke 4,200.000 forint.

**Mislóczky Mátás**, a MÁVAG Kohászati Üzemek előolvasztára. Nevéhez fűződik országos viszonylatban a legrövidebb adagtartam elérése; gyorsolvasztási módszere eredményeként, kemencéjének feszített tervét is túlteljesítette, kemencéje állandóan 100 százalék felett teljesített. Jó munkájának eredménye, hogy brigádjával terven felül 303 tonna minőségi nemesacélt termelt.

**Székely Lajos**, a Dorogi Szénbányászati Tröszt főmérnöke, a Dorogi Szénbánya Vállalat 1951. évi kimagasló eredményeinek elérésében szerzett érdemeiért, valamint az aknák víztelenítése, továbbá a széleshomlokú gépi fejtési módok bevezetése terén végzett munkásságáért.

**Dr. László Antal** vegyész-mérnök, a Nehézvegyipari Kutatóintézet kutatómérnöke, a vegyészeti kutatás terén elért eredményeiért.

**Nagy Gábor**, a Borsodi Kooperáció beruházási megbízottja, a barna szén-elgázosítás terén hazánkban eddig nem alkalmazott eljárás kidolgozásáért és félüzemi megvalósításáért.

**Loy Árpád**, az alberttelepi szénbánya sztahanovista frontmestere, a széntermelési eredmények állandó fokozásával kapcsolatos mozgalom elindításáért, a mozgalom kiszélesítésében szerzett érdemeiért, valamint kimagasló termelési eredményeiért.

**Patsch Ferenc**, a Dunántúli Ásványolajkutató és Mélyfúró Vállalat fúrási üzemvezetője, a mélyfúrást terén elért kiváló eredményeiért és nagy idő- és költségmegtakarítást biztosító munkásságáért.

**Kántás Károly** egyetemi tanár az olajbányászat termelékenységét jelentősen emelő módszerek kidolgozásáért.

## Az alumínium felületi védelme elektrofát eljárással

SZÉKI PÁLMA  
1952. évi Kossuth díjas

Палма Секи:

Защита поверхности алюминия с электрофатным методом.

Oberflächenschutz des Aluminiums mit Elektrofat-verfahren.  
von Palma Széki.

Köztudomású, hogy az alumínium tárgyak nemesebb fémekkel való galvanikus bevonása, pl. nikkelezése nem véd kielégítően a korrozíótól. A nikkelréteg pórusaiban védtelenül marad a alumínium felületek a nagy potenciálkülönbség folytán fokozott korrozio kiinduló pontjaivá válnak. Az 1. ábrán bemutatott nikkelezett kávéskanál rövid használat után tönkrement, azon a részen, ahol gyakran folyadékba, tehát elektrolytba merült. A nikkelréteg hiányos tapadása nagymértékben hozzájárult a kanál gyors elpusztulásához. A szabad alumínium felületen fehér korroziois termékek halmozódtak fel.

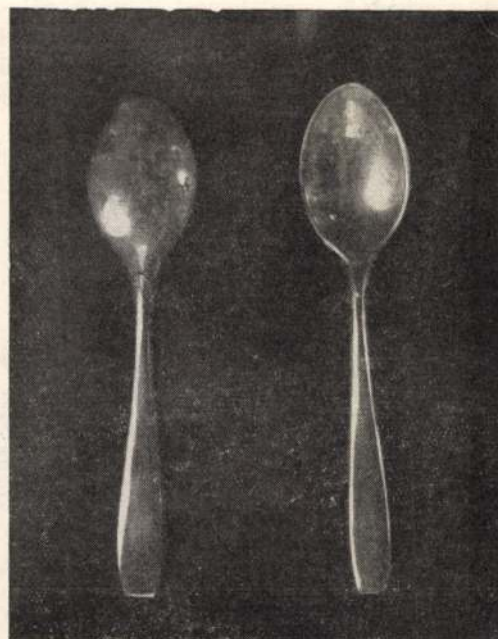
Az említett példából világos, hogy az alumínium nemesebb fémekkel való bevonása csak akkor biztosít korroziovédelmet, ha a réteg jól tapadó és pórusmentes. Ezt a két fontos feltételt nem könnyű teljesíteni. A jó tapadást az alumínium természetes oxidhárttyája nagymértékben akadályozza. Pórusmentes nikkelréteget pedig csaknem lehetetlen előállítani.

A szinalumínium minden fémbevonás nélkül biztosan ellentáll korroziois hatásoknak, különösen abban az esetben, ha gyakran merül elektrolytba, mint a bemutatott kanál példája bizonyítja.

Felmerülhetnek azonban olyan igények is, amelyek az alumíniumnak és különösen az ötvözeteknek idegen fémekkel való bevonását szükségessé teszik. Esztétikai okokból, felületkeményítés vagy könnyebb feldolgozás miatt jól tapadó réteget kell az alumínium felületére leválasztani. Az alumíniumnak nehézfémek-

kel alkotott ötvözei pedig hathatós korroziovédelemre szorulnak.

Az új elektrofát eljárással olyan réteget tudunk az alumínium felületére leválasztani, amely jól tapad, pórusmentes, elektromosan vezető, tehát tetszés szerint más fém választható le rá galvanikus úton. Ha az a feladatunk, hogy alumíniumot pl. rézbevonattal lássunk el, nem feltétlenül szükséges a rézet elektrofát réteggel ellátott alumínium felületére galvanizálnunk. Ilven esetben teljesen megfelelő az alumínium-



1. ábra: Korrodálódott nikkelezett alumínium kanál.

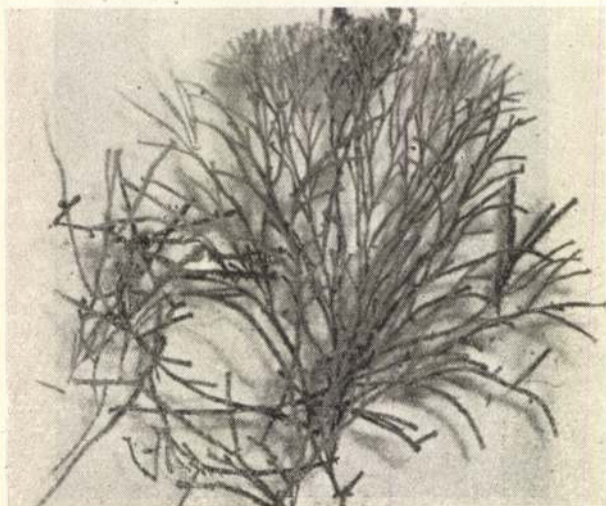


nak elektrofát fürdőben való anódos előkezelése. Az oxidhártájától ilyen úton megszabadított alumíniumra bármely galvanikus réteg, tehát a réz is jól rátapad. Elektrotechnikai célokra az alumínium és a réz ilyen módon való egyesítése megfelelőnek ígérkezik. A korrozóvédelmet azonban csak úgy biztosíthatjuk, ha tárgyunkat nemesebb fémrel való bevonás előtt pórusmentes elektrofát réteggel látjuk el.

Az elektrofát eljárás elektrolitikus kezelés. A munkadarabokat a szokásos módon készítjük elő. Zsirtalanítás után ajánlatos vizes drótkéfével is átkéfélni. A drótkéfe az oxidhártát felsérti, a felületet finoman felérsditi, ezáltal a réteg tapadását fokozza. A tárgyat az elektrolitba először anódnak kapcsoljuk. Az anódos előkezeléssel mesterséges vékony oxidhártát hozunk létre, amely a rákövetkező katódos kezeléskor könnyen leoldódik és szabadon hagyja az alumínium felületét. Az eljárásnak tehát ez a része az Elytal eljárásához hasonló. A kb. 3–5 percig tartó anódos kezeléshez szükséges áram feszültsége 12–20 Volt. Ilyenkor egyenletes, sima, fehér felület jön létre, amelyre most már galvanikus fémbevonat, elektrofát réteg, réz vagy más jól tapadóan felvihető.

Az anódos előkezelés jelentőségét bizonyítja a következő kísérlet: Ha a darabnak csak a felét mártjuk be az elektrolitba anódos kezelésre, a felső felét természetes állapotban hagyjuk, anódos előkezelés után pedig az egész darabot elektrofát réteggel látjuk el katódos kezeléssel, akkor eredményként az anódos kezelésben nem részesült helyről a réteg lehúzható, leválódik. A darabnak azon a felén, ahol előkezeléssel készítettük elő a felületet, a réteg jól tapad. A jó tapadás eléréséhez az anódos előkezelés tehát feltétlenül szükséges.

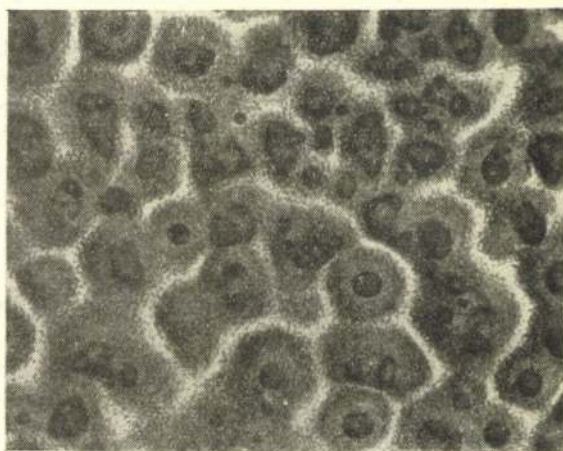
Anódos kezelés után a darabot ugyanabba a fürdőbe katódnak kapcsolják. Ilyenkor a rétegeképződés azonnal megindul. Megfelelő mennyiségű fémsót tartalmazó, aránylag tömény fürdőben, különösen az éleken és csúcsokon olyan élénk a leválás, hogy ezeken a helyeken vékony szálak, növényhez hasonló képződmények növekednek szemlátomást a másik pólus irányában. Ezek az ágacskák hasonlóak az öntött fémeken látható dendritekhez. A 2. ábra egy ilyen csúcsról leválasztott képződményt mutat be. Az ágacskák nö-



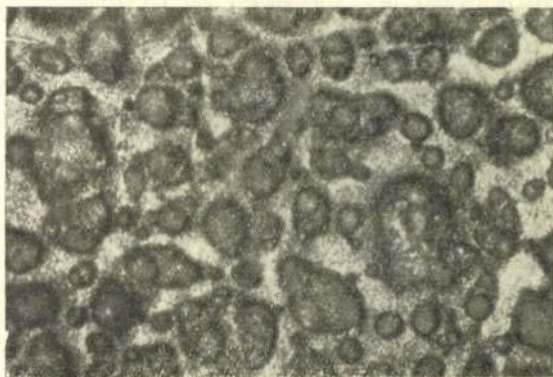
2. ábra: Katódosan leválasztott elektrofát „virág”.

vekedésekor a műszeren feszültségesés figyelhető meg a felületnövekedés arányában.

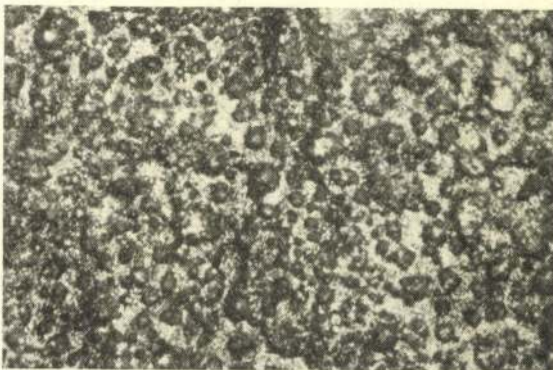
A katódos kezelés 3–4 percig tart. A feszültség ilyenkor is 12–20 Volt, az áramerősség 12 Volt esetén 3 A/dm<sup>2</sup>. Ennyi idő alatt kb. 3–5 mikron vastagságú réteg válik le. Világosabb vagy sötétebb szürke, matt, bársonyos külsejű. Ha a felületet ilyenkor megnagyítjuk, szabályosan egyenetlen szerkezetet láthatunk (3. ábra). Az egyenetlenség mértékét az alkalmazott feszültségek döntik el. Nagyobb feszültséggel, hosszabb idő alatt durvább, szivacsosabb a felület (4. ábra), mint kisebb feszültséggel, rövidebb kezelési idő után (5. ábra).



3. ábra: Elektrofát réteggel bevont alumínium lemez felülete. N = 150.



4. ábra: 20 Volt feszültséggel, 10 percig elektrolyzált lemez felülete. N = 150.



5. ábra: 15 Volt feszültséggel, 4 percig elektrolyzált lemez felülete. N = 150.



A matt, szürke réteg fényesítő korongon könnyen kifényesíthető. Ilyenkor a krómra emlékeztető fényt kap.

Az elektrolit összetételére nézve cinkfoszfátot tartalmazó foszforsav, tehát lényegileg az acéltárgyak foszfátolására alkalmas fürdő. A fürdő készítésére jól felhasználható a tűzi horganyzáskor visszamaradó cinkhamu. Az eljáráshoz fogyó fémanódot nem kell alkalmazni, ezért az állandó összetétel biztosítására a fürdőből kihasználódott fémsót időnkint pótolni kell.

A kezelést foszforsavnak ellentálló anyagból készült, kerámia, esetleg ólombélessel ellátott vaskádban végezzük. Ólomszallagból készülnek az ellentétes elektródok is, amelyek anódos kezeléskor katódként működnek, katódos kezelés alkalmával pedig az anód szerepét töltik be.

Mind az anódos, mind a katódos kezeléskor ügyelni kell arra, hogy a felfüggesztő szerszám jó érintkezést biztosítson, mert ha felfüggesztéskor az érintkezés hiányos, vagy a felfüggesztő anyaga nem engedi át a szükséges áramot, a tapadás megbízhatatlanná válik. Tehát jól érintkező, lehetőleg vörösrézről készült felfüggesztő szerszámot alkalmazunk. Általában az alumínium elektrofát réteggel való bevonása gondosabb munkát igényel, mint pl. az acél kezelése.

Kísérleteinkhez kétféle anyagot használtunk. 1. Kohó alumíniumot, 99,3% alumínium tartalommal, amelyet 0,57% Fe és 0,10% Si szennyezett. 2. Duralumin típusú ötvözetet, amelynek összetétele: Cu 3,70, Fe 0,39, Si 1,10, Mg 0,84, Mn 0,74. Mind a kohóalumíniumból, mind a duraluminból készült lemezek egyforma kezelést kaptak és az övözet bevonásánál sem merült fel semmi különösebb nehézség.

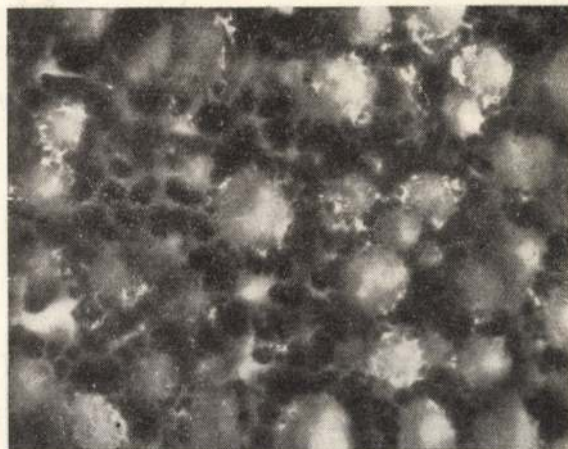
A kísérleteket 20 l-es kísérleti fürdőben végeztük szobahőmérsékleten. A fürdő azonban hőmérsékletre nem érzékeny, az áram hatására felmelegedett elektrolit is jól dolgozik. Az elektrolitot foszforsavból, cink-oxidból és vízből készítettük. Sűrűsége 15 B $\phi$  volt.

Mintadarabjainkon a tapadás mértékét hajlítással és Erichsen próbával ellenőriztük. Sem hajlításkor, sem az Erichsen golyó benyomásakor a réteg nem vált le, hanem csak az alapfémmel együtt szakadt el. A nemesített duralumin lemez mélyhúzásra nem alkalmas, ezért az Erichsen próba már kismértékű benyomódásnál elszakadt, elnyíródott.

Az elektrofát réteg tapadását hőkezelés után is megvizsgáltuk. A bevont mintadarabokat elektromos kemencében 300 C fokra hevítettük, 15 percig ezen a hőfokon tartottuk és levegőn lehűtöttük. Lehűlés után a 300 C fokra való felmelegítést és a 15 perces hőfokon tartást megismételtük. A levegőn lehűlt mintadarabokat Erichsen próbával vizsgáltuk meg. A réteg most sem vált le, a tapadás nem gyengült a hőkezelés következtében. Az alumíniumnak és a főtömegében cinkből álló bevonórétegnek a hőtágulási együtthatója nem azonos. A hőkezelés utáni tapadást mégis biztosítja az a szerencsés körülmény, hogy a külső réteg tágulása valamivel nagyobb, mint az alapféké.

Egyik kísérletsorozatunknál érdekes jelenséget figyelhetünk meg. A darabokat teljesen belemerítettük a fürdőbe és így beleérték a felfüggesztő rézhuzalok is. Anódos kezeléskor természetesen a réz anyaga is oldódott, a fürdő megzöldült. Ebből az elektrolitból egyre

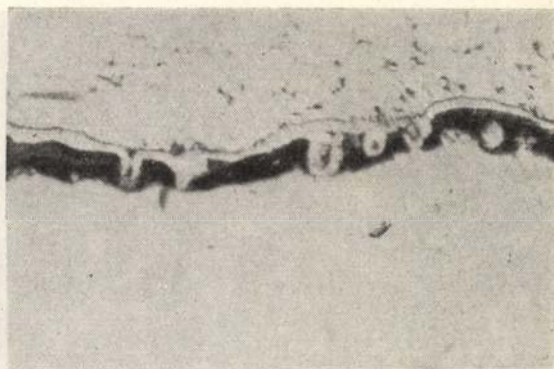
sötétebb és sötétebb bevonatok kerültek elő, mintha korom lepte volna be a réteg felületét. A koromszerű lepedék könnyen letörölhetőnek bizonyult és megvizsgálva azt, finomeloszlású réznek állapítottuk meg. Ilyen sötét felületről készült a 6. ábra. 400-szoros nagyítással. A fehér foltok és a hálózat a fekete rézlepedék alól kicsillanó elektrofát réteg. Az ilyen megfeketedett mintadarab lefényesítés után semmiben sem különbözik a világos bevonattól.



6. ábra: Réztől megfeketedett elektrofát réteg felülete. N = 400.

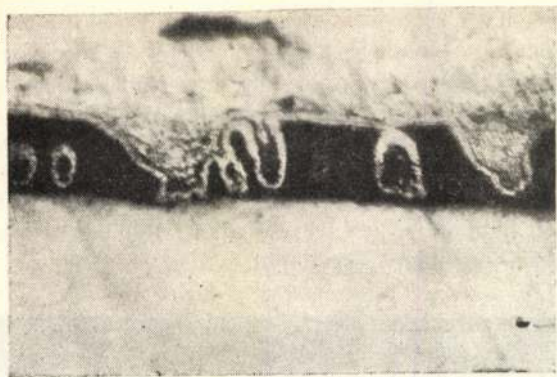
Másik érdekes, de komolyabb jelentőségű hibajelenséget akkor tapasztalhatunk, ha az alkalmazott áramsűrűség túlságosan nagy. Ilyenkor az anódos kezelést olyan heves gázfejlődés, olyan gyors és egyenetlen oldódás kíséri, ami a felület minőségét rontja. Az ilyen bevonaton függőleges csikok, bemaódások jelennek meg, amelyek fényesítés után még jobban szembetűnnek.

Az elektrofát réteg összetételére nézve kevés, néhány tized %, foszforvegyületet tartalmazó cink. Általánosságban a tapasztalat azt mutatja, hogy a foszfort tartalmazó bevonórétegek korrozíóvédő hatása fokozottabb, mint az ugyanolyan, de foszfort nem tartalmazóé. Erre utalnak külföldi közlemények is. Azonban még nincs kikutatva, hogy az elektrofát réteg milyen módon tartja kötve a foszfort. A réteg keresztmetszete is nagymértékben különbözik az eddig ismert galvánrétegek szerkezetétől (7., 8., 9. ábra). Ez a struktúra még további tanulmányozásra vár.

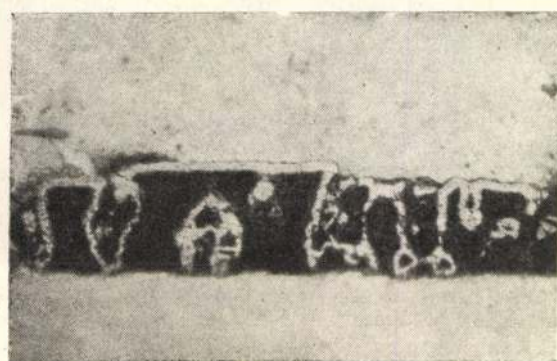


7. ábra: Az 5. ábrán látható réteg keresztmetszete. N = 400.





8. ábra: 25 Volt feszültséggel, 6 percig elektrolizált lemez keresztmetszete.  $N = 400$ .



9. ábra: A 4. ábrán látható réteg keresztmetszete.  $N = 400$

Az elektrofát réteg felülete is sokban különbözik a galvanikus úton levált rétegek felületétől. A megnagyított felület egyenetlen, erős gázfejlődés nyomai láthatók rajta (10. ábra), ami sejtes, szivacsos struktúrájúvá teszi. Ugyanígyen módon válik le az elektrofát réteg nemcsak az alumíniumra, hanem az acélra is (11. ábra).

A felületnek így kialakult likacsos, szivacsos szerkezetéből már előre következtetni lehet arra, hogy a réteg jó festékalap, továbbá, hogy mélyhúzáskor a pórusok kenőanyagot tudnak tárolni és így a súrlódás csökkenthető.

Kísérleteket végeztünk mindkét irányban.



10. ábra: Szivacsosan levált elektrofát réteg felülete.  $N = 150$ .

Az elektrofát réteg a festéket, lakkot jól beszívja. Megszáradás után Erichsen próbának vetettük alá. A lakk nem pattogott le, a jó tapadás bebizonyosodott.

A mélyhúzást elősegítő hatását a következőképpen vizsgáltuk: Alumíniumból és ötvözetből hengerelt lemezekből  $80 \times 80$  mm-es négyzeteket vágunk ki és vontunk be elektrofát réteggel. Az előkészített darabokon Erichsen próbát végeztünk. A lemeztáblák felábrabolásakor a kísérletre szánt négyzet közvetlen szomszédjából adódó ugyanolyan négyzetet félretettünk kezelés nélkül összehasonlítás céljára. Így kiküszöbölődött a mélyhúzó képességnek helyi változása, amely nagyobb lemezben mindig előfordul és amely az összehasonlítást esetleg zavarta volna.

Az elektrofát réteggel ellátott lemeznégyzet a kísérletek szerint mindig nagyobb Erichsen értéket adott, mint a szomszédságából származó kezeltetlen darab. Az Erichsen érték növelése 6,2—9,7% között mozgott, ugyanakkor az erőszükséglet is mindig kisebbnek mutatkozott.

Végezetül be kell számolni arról, hogy az elektrofát fürdőben való anódos és katódos kezelés után bármely más fém felvihető az alumínium felületére elektrolitikus úton. Pl. a kifényezett elektrofát réteg krómozható.

Azonban, ha az alumíniumot rézzel, nikkellel, vagy valamely más fémmel szándékozzuk bevonni, elegendő, ha az alumíniumot csupán anódosan kezeljük az elektrofát fürdőben. Az oxidhártyától így megszabadított és felérdesített felületű alumíniumra jól tapad bármely fém. A rézréteg Erichsen próbával sem pattantható le. Ha a rézre elektrofátot, majd ismét rézet és erre elektrofátot választunk le, a négy egymás után felvitt réteg is jól tapad. A réznikkel is jól ráköt a felületre.

Mindezekre a rétegekre króm is felrakható. Minden remény megvan arra, hogy az elektrofát fürdőben anódosan kezelt alumínium vagy alumíniumötvözet keménykrómozható.

Összefoglalva, az elektrofát eljárás olcsó és különféle céloknak megfelelő felületkezelési eljárásnak ígérkezik.

Korrozióvédő szempontból jobb, mint a nemesebb fémekkel, rézzel, nikkellel való bevonás. A cink ugyanis a fémek feszültségi sorában az alumínium közelében helyezkedik el, a potenciálkülönbség mindössze 0,5



11. ábra: Az elektrofát réteg egyik leválási formája acéllemezen.  $N = 150$ .



Volt. Ennél fogva a réteg sérülése esetén sem kell tartani fokozott mértékű elektrokémiai korroziótól, mint a rézzel, nikkellel való bevonás esetében.

Esztétikai szempontból is kielégíti az igényeket, mert kifényesítve a fényes krómmal hasonlítható össze. Fénytartását is biztosíthatjuk, ha vékony, 1 mikronos krómréteggel vonjuk be.

Pusztán anódos kezeléssel elérhető, hogy bármely fém jól tapadónan egyesíthető az alumíniummal. Az

alumíniumra rétegzett réz az elektrotechnikában számíthat felhasználásra.

Az elektrofit eljárásra vonatkozó kísérleteink még nem üzem méretűek. Azonban acél felületvédelmére már üzemileg is jó eredménnyel alkalmazzuk nikkelezés helyett. Tekintettel arra, hogy az acél védelmére kielégíti a hozzáfűzött várákosokat, remélhetjük, hogy ez az új magyar eljárás az alumínium felületkezelésére is alkalmas lesz.

## Beszámoló a magyar ferrovanádium kísérleti gyártásnál észlelt tapasztalatokról

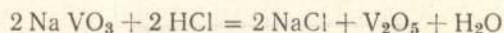
GERENCSÉR JÓZSEF ÉS BOGÁRDI ENDRE

Йосиф Геренчер и Андрей Богарди:

Опыты при экспериментальной выработке феррованадия.

A kísérleti ferrovanádium gyártásnál a probléma az volt, hogy a készterméket, mely ammonvanadát volt, miképp alakítsuk át továbbfeldolgozásra alkalmas vanádium-pentoxiddá, mivel ammonvanadátból az ipar szükséglete jelenleg csekély. Az átdolgozásra egyszerű módszernek látszott az ammonvanadát ammonia tartalmának 400–500° C-on történő kalcinálással való eltávolítása. Így egy kísérleti tálcás-kemencében, mely közvetett fűtéssel volt ellátva, mintegy 600 kg-nyi poralakú vanádium-pentoxidot készítettünk. A módszer, mint ezt a kísérlet folyamán megállapítottuk, a kezelőszemélyzet egészségére rendkívüli veszéllyel jár. A kalcináláskor keletkező ammonia-gázzal eltávozó finom eloszlású ammonvanadát, illetve vanádium-pentoxid por állandó belégzése mérgezést okozhat. Ezenkívül a művelet még tekintélyes porvesztéssel is jár.

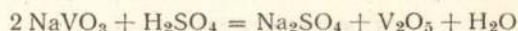
Vanádiumpentoxid előállítására fenti út tehát nem célravezető és veszély nélkül csakis nedves eljárással kell gyártani vanádium-pentoxidot. A külföldön kialakult üzemi tapasztalatok alapján gyártása egyszerű eszközökkel, minden nehézség nélkül történik. Ezen eljárás szerint megfelelő töménységű nátriumvanadát oldatot készítenek. Az így kapott oldatot, mely Na-vanadát mellett esetleg konyhasót is tartalmaz, forráspontig melegítik fel és az oldat vanádiumtartalmának pontos megállapítása után erőteljes keverés közben sósavval leválasztják a vanádium-pentoxidot, illetve pontosabban a nátrium-polivanadát csapadékot. A savadagolás az alábbi reakció szerint történik:



A nátrium-polyvanadát ( $\text{Na}_2\text{O} \times \text{V}_2\text{O}_5$ ) kiválása a sósav becsurgatásának megkezdésekor azonnal megindul és a savmennyiség beadagolása után a kiválás rövid idő múlva teljes lesz. A vörös színű, pelyhes csapadékot nutsokon szűrik és forróvízes mosás után nedves állapotban adagolják a vanádium-pentoxid olvasztó kemencébe.

A külföldi tapasztalatok alapján elindulva nagyszámú kísérletet folytattunk le a célból, hogy a vanádium-pentoxid üzemi előállítási módját kidolgozzuk,

üzemi méretekben is lefolytatott laboratóriumi kísérletek alapján mondhatjuk, hogy ezirányú törekvéseink teljes eredménnyel jártak. A jelenlegi ammonvanadát gyártási technológia II. részének megváltoztatásával a kénsavas vanádiumoldatunkat nátronlúg adagolással az alumínium- és foszfor-vegyületek egyidejű kiválasztása mellett nátrium-vanadát oldattá alakítjuk át és az így kapott semleges oldatból, melynek  $\text{V}_2\text{O}_5$  tartalma pontosan ismeretes



reakció egyenlet alapján számított kénsavmennyiség adagolásával, rövid idejű forralás és keverés után anélkül, hogy oldatunkat bepárolni kellene, nátriumpolyvanadát csapadékot kapunk. A kapott anyag jól olvasztható és ferrovanádium-gyártási nyersanyagnak megfelelő.

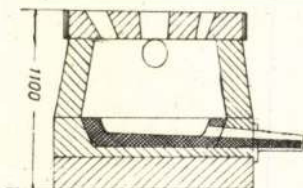
Az üzem által eddig termelt ammonvanadátban vanádium-pentoxidra történő átalakításánál is eredményesen alkalmaztuk a külföldi tapasztalatok alapján a savas kiválasztási módszert és a korábbi kalcinálás helyett ezzel a módszerrel alakítottuk át kész anyagunkat. Természetszerűen látszott ammonvanadátban a vizes oldatból közvetlenül leválasztani a polyvanadátot. A leválasztás a fentiekben leírt módszer szerint könnyen történt meg, azonban a leválasztott anyag vizsgálatával megállapítást nyert, hogy ammonvanadát-oldatból ammonia tartalmú ammonium-polyvanadát csapadék válik le, mely ammonia-tartalmánál fogva továbbfeldolgozásra ugyancsak nem alkalmas. Szükséges volt tehát, hogy a szilárd ammonvanadát feloldásával kapott ammonvanadát-oldatból az ammoniát nátronlúg adagolásával eltávolítsuk (a nyers sóban lévő nátronlúg felhasználásával) és az így kapott, már csak nátriumvanadátot tartalmazó oldatból, végezzük a kénsavas leválasztást. Az eljárás üzemi alkalmazásával továbbfeldolgozásra alkalmas nátrium-polyvanadátot készítenek. Így a timföldgyártásnál keletkező, úgynevezett vanádiumiszapot, sikerrel dolgozzuk fel üzemszerűen is a ferrovanádium alapanyagát képező nátrium-polyvanadattá. Ennek további ferrovanádiummá való feldolgozási kísérleteit ugyancsak sikerrel befejeztük és az észlelt tapasztalatokat rövid ismertetésben alábbiakban adjuk:



A kémiaileg leválasztott vanádium-pentoxidot nem szárítjuk ki a fent említett módon, hanem a szűrőről nedves állapotban adagoljuk az izzító kemencébe. Ennek oka elsősorban az, hogy egy szárítókemencét kiküszöbölünk, mert közvetlenül végezzük az izzító kemencében a szárítást, majd a lemezes pentoxidra való olvasztást, továbbá feltétlenül szükséges a mérgezés elkerülése végett a nedves vanádium-pentoxidot közvetlenül egy munkamenetben megolvasztani.

A kísérleti gyártás idején megkíséreltük a nedves anyagot kiszárítani, azonban a fent már említett módon egészségre veszélyes volta miatt s nagy veszteség miatt ettől elálltunk. A mérgezési tünetek a vonatkozó irodalom szerint is, köhögést, nyálkahártya megbetegedést és emésztési zavarokat idéznek elő. A mérgezés további tünetei: ideges rendellenességek, rendszeres kábulás, melyek már a mérgezés előrehaladottabb fokára jellemzők, végül tüdővérzés és tüdőgyulladás, melynek végső stádiuma halál lehet. Értesülésünk szerint külföldi üzemekben ilyen kísérleteknél haláleset is előfordult.

Fentiek megfontolása után az alábbi elvi elrendezésű gáz-, vagy olajtüzelésű kemencét célszerű alkalmazni a lemezes pentoxidgyártásra. (1. sz. rajz.) A kemencébe egyszerre 150–300 kg nedves anyagot adunk és az olvasztás folyamatosan történik az anyagra irányított gáz-, illetve olajégőkkel.

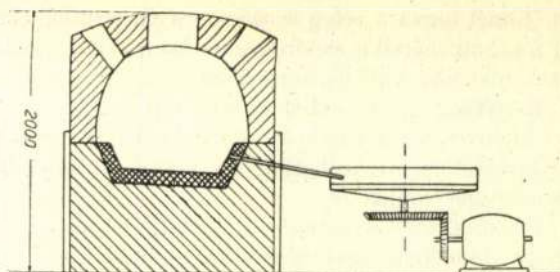


1. ábra.

A kemence hőmérséklete minimum  $800^{\circ}\text{C}$ , amit szükség szerint az egyhelyre irányított 3 db gázégő szabályozásával úgy kell beállítani, hogy a kemence ferdelejtős fenékrészén gyenge sugárban csurogjon ki a csőrön a megolvasztott vanádium-pentoxid, mely egy levegővel hűtött pergő-asztalra folyik és ott 2–3 mm vastag apró lepenyekké merevedik meg. Az anyagot az asztal szélén levegővel fújatjuk le egy gyűjtő tartányba. A kemence belső része a thermit reakciónál keletkező thermit-salak + vízűveg keverékkel van kidöngölve. A pergő-asztal 25–30 percfordulatú. Az asztalon terelőkés van elhelyezve, az esetleg ráragadt lemezek felszedésére. Az itt nyert vanádium-pentoxidot zárt dobozokba gyűjtve raktározzák.

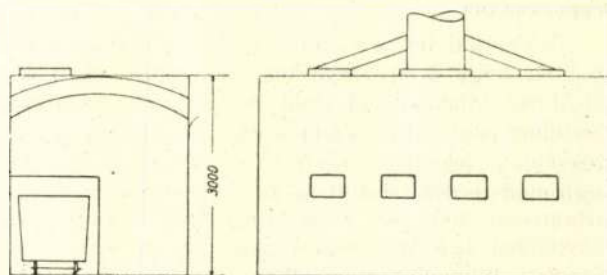
A technológia bevezetésének kezdetén természetesen ennél kisebb teljesítményű kísérleti tégelykemencével végezzük a nedves anyag olvasztását a művelet végleges kikísérletezéséig és beállításáig. (2. sz. elvi elrendezés). Ez házilag könnyen elkészíthető, költsége minimális. Előnye még az is, hogy a kísérlet közben előálló szükséges átalakításokat, változtatásokat lényegtelen költséggel elvégezhetjük.

A kész pentoxidot az anyagmérlegnek megfelelő, mennyiségű alumíniumgrizzel, vasreszelékkel és mag-



2. ábra.

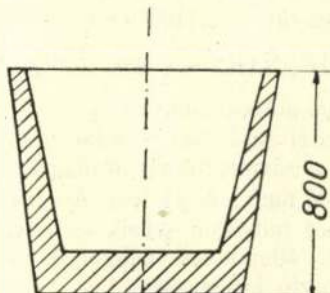
néziumoxiddal összekeverik motorikusan, vagy kézzel hajtott keverődobban. Ez a művelet nagyon veszélyes az egészségre és ezért vattával bélelt gumialarc, kesztyű használata kötelező. A műveletet oly helyiségben végezzük, mely erősen huzatos s így lehetőleg kétoldalt nyitott, a gyors levegőcsere érdekében. E műveletnél a dolgozókat általában cserélik úgy, hogy egy munkafolyamatot sohasem fejez be egy személy.



3. ábra.

A technológia következő fázisa a fenti összetételű anyagnak thermit kemencében történő redukálása fémes ferrovanádiummá. A thermit kemence elvi elrendezését lásd 3. számú vázlaton. A thermit kemencében a reakció lefolytatásához használatos tégely elvi vázlatát lásd 4. számú rajzon. A tégely bélése a thermit reakciónál keletkező örölt salakból vízűveggel készül, melyet sablonnal kidöngölve a thermit kemencében  $800\text{--}1000^{\circ}\text{C}$ -os hőmérsékleten tökéletesen kiégetünk, úgy, hogy kezdetben a thermitreakciónál keletkező meleg szárítóhatását használjuk ki a tégelyek előszárítására, majd 8–16 órai izzítás után a tégelybe helyezett gáz-, vagy olajégőkkel tökéletesen kiégetünk. Ez szükséges, hogy a reakciónál, mely igen magas hőmérsékleten folyik le, robbanás ne lépjen fel.

Az előző bekezdésben jelzett módon előkészített anyagot, mely 100–150 kg-os vaslemez hordókban



4. ábra.



van, a thermit kemence adagoló nyílása mellé adagolásra felsorakoztatják. A thermit kemence lényegében alagútkelemence, ahová a reakcióra előkészített, salakból döngölt és kiszáritott tégelyt négykerekű kocsin, sineken betolják az adagoló nyílás szája elé. Az adagoló nyíláson kívülről helyezkedik el 6—7 dolgozó, aki a thermit reakció műveletét lefolytatja. A reakcióhoz az anyagot adagoló dolgozó bő köpennyel, azbeszt kesztyűvel, teljesen fedett hegesztő sisakhoz hasonló sapkával van ellátva. Ez végzi a kanállal történő thermitkeverék-adagolást a nyílás előtt lévő tégelybe. A kanállal folyamatos, ritmikus mozgást végez. Az adagolónak az egyik dolgozó 1—2 kg-nyi keveréket tesz a kanálára, aki az anyaggal telt kanalat görgőn a nyíláson át betolja a tégely fölé és abba bebillenti, miközben megindul a reakció, mely thermitkeverékkel lett az első kanállal megindítva, s ez ütemesen továbbfolytatódik a tégely megteléséig. Az adagoló dolgozó mellett elhelyezkedő többi 4—6 fő adja a telt kanalat, illetve meríti a tartályból, s végül tartja a tartályt merítésre. A két utolsó dolgozó a váltást végzi, mely 2—5 percenként történik. A tisztítást, anyaggyűjtést és kisegítést a dolgozók az egész reakció egyfolytában, megszakítás nélkül végzik. Ellenkező esetben a ferrovanádium regulus nem megfelelő, illetve a kihozatal rossz. Ez az adagolóhelyiség is két oldalt nyitott, huzatos.

A jó kihozatal miatt szükséges, hogy a thermitreakció minimális idő alatt folyjék le. Ezenkívül a lefolyás gyorsasága biztosítja a salak folyós állapotát a reakció befejeztéig, mely a regulus egységes, oxidzárványoktól mentes minőségét adja. Így érhető el csupán a 88%-os kihozatal, vanádiumra számítva, s az egységes kristályos szerkezet.

A megtelt tégelyt 24 óráig hűlni hagyjuk, a nagyszemcséjű kristályosodás elérése érdekében, utána szétbontjuk, s a tömböt kalapáccsal szétverik, s a salak egy részével a tégelyt újra kifalazzák. A szétvert tömbdarabok salakkal érintkező felületét homokfuvatón, saját anyagával, vagy ferrochrom porkeverékkel, valamint salakkeverékkel az oxidrétegtől megtisztítják.

A műveletről, minden egyes regulusról, pontos anyagmérleget készítenek. A felhasználásra kerülő vanádium-pentoxid, alumíniumgriz, vasreszelék és magnéziumoxid pontos analízis után stöchiometriai arányban kerül összeállításra, a gyakorlatnak megfelelő

százalékos súlytöbbséggel. Így az alumíniumot általában a jó kihozatal érdekében 1%-os felesleggel adagoljuk a számítottnál, hogy a redukció tökéletesen történjék meg. A kész ferrovanádium regulusból szokványos laboratóriumi vizsgálatokkal a következő elemeket vizsgáljuk meg:

vanádium, vas, foszfor, alumínium, kén, mangán, szilícium, réz és karbon.

Vizsgálni szokták a keletkező salakot összes vanádiumra és oldható vanádiumra. Az anyagmérlegben feltüntetik még az olvasztási sebességet is, mely 80—90 kg/perc esetében megfelelő (vanádiumra vonatkoztatva).

A vanádiumüzem napi elemzéseiből meg kell még említenünk az alábbiakat:

A száraz, lemezes vanádium-pentoxid 52—53% vanádiumot tartalmaz, emellett 4—8%  $\text{Na}_2\text{O}$ -t is. Az alkálitartalom előnyös, mert csökkenti a thermit-salak olvadáspontját. Ennél magasabb nátrium-oxidtartalom már káros, mert a thermitreakciónál fröccsenés lesz, s így balesetet és anyagvesztést okoz. A száraz vanádium-pentoxid emellett még tartalmazhat vasat, maximum 1%-ban és foszfort 0,03%-ban. Így a kész ferrovanádium jó thermitreakció esetén eléri a 80%-os vanádiumtartalmat, mely mellett a mangán 0,13—0,15% és a foszfor 0,035% szokott lenni.

A szovjet szabványok négy minőséget különböztetnek meg a ferrovanádium kereskedelmi minőségében, melyben a vanádiumtartalom 35—40% egységesen, azonban a foszfortartalom 0,1—0,45%-ig és a kén-tartalom 0,1—0,2%-ig változik. Ezzel szemben az amerikai szabványok csupán vanádium, szilícium és carbont írnak elő.

Itt említjük meg még, hogy tudomásunk szerint mi gyártunk egyedül eddig bauxitból vanádiumot, melynek előállítási ára, a kísérleti időpontban is, alig 20—30%-kal haladta meg a világpiaci árakat. A technológia teljes beállítása és a kapacitás teljes kihasználása esetén ez már versenyképes lesz a világpiaci árakkal.

Nagy eredmény hazai szakembereinktől az, hogy ezt a régóta vajdó kérdést sikeresen megoldották és acélgégyáraink jelentős importtételtől szabadulnak fel a jövőben, mely egyúttal nagymértékű valutáris megtakarítást jelent nemzetgazdaságunk részére.

### Egyesületünk közgyűlése alkalmából érkezett üdvözlő táviratok

A Dorogi Szénbányászati Tröszt összes dolgozói meleg szeretettel köszöntik a Bányászati és Kohászati Egyesületet, fennállásának 60. jubileumi évfordulóján. Kívánjuk, hogy az Egyesületből a jövőben továbbra is olyan vezetőemberek, mérnökök és technikusok nevelődjenek ki, akik Pártunk nagyszerű célkitűzéseinek megvalósításában, a szocializmus építésében derekasan megállják helyüket és alapos felkészültséggel Pártunk programját képesek és készek megvalósítani. Jó szerencsét!

A Farkaslyuki Szénbányák Vállalat dolgozói harcos kommunista üdvözléssel küldik jókívánságait a megalakulásának harmincadik évfordulóját ünneplő Egyesületnek. Tudatában vagyunk, mekkora jelentősége van az Egyesület munkájának a magyar széntermelés fokozásában, ezért vállaljuk, hogy tagtoborzási mozgalmat indítunk az Egyesület táborának erősítéséért, és a jelenlegi diszközgyűlés tiszteletére megígérjük, hogy februári terveinket 102 százalékra fogjuk teljesíteni.



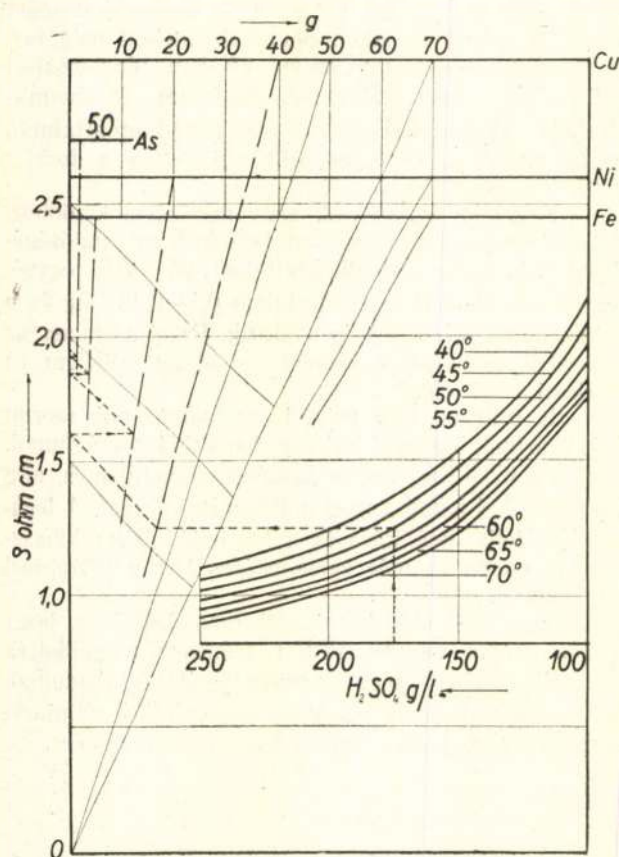
## Új nomogrammok a rézelektroliziseknél használatos elektrolitok fajlagos ellenállásának meghatározására

FEKETE LÁSZLÓ okl. kohómérnök

Фекете Ласло:

Новые номограммы для определения удельного сопротивления электролитов применяемых к электролизу меди.

Az ismertetett két nomogrammot Szkovronszkij, a világhírű orosz tudós kísérleti eredményeinek felhasználásával szerkesztettem. A szerkesztés matematikai alapjait és a kivitelezés részleteit a „Szulfátos elektrolitok fajlagos ellenállásának grafikus meghatározása” c. cikkemben ismertettem, amely a Magyar Tudományos Akadémia Műszaki Osztályának Közleményeiben, és az Acta Technicában jelenik meg.



1. ábra.

Az 1. ábra ordinátáján a fajlagos ellenállást tüntettem fel. Az ábra felső részén négy vízszintes skála látható, amelyek az elektrolitoldatban lévő Cu-, Ni-, Fe- és As-tartalom feltüntetésére szolgálnak. Az elektrolitoldat szabad  $H_2SO_4$ -tartalmát a diagramm alján lévő skálára vittem fel, míg a hőmérséklet hatását egy görbesereg juttatja kifejezésre.

A diagramm használatát egy példán mutatom be. Keressük meg egy rézraffinálásnál használatos igen szennyes üzemi elektrolitnek fajlagos ellenállását, ha az literenként 175 g szabad kénsavat, 40 g

rezet, 20 g nikkelt, 5 g vasat és 20 g arzént tartalmaz, és hőmérséklete  $50^\circ C$ .

A kénsavtartalmat feltüntető skála megfelelő pontjából (175 g/l) kiindulva, függőlegesen haladunk fölfelé, míg a hőmérsékletnek megfelelő görbét el nem érjük. Innen kezdve vízszintesen haladunk a réztartalomnak megfelelő sugárig, amelyet úgy kapunk meg, hogy a Cu-skálának a 40 g/l réztartalmat feltüntető pontját összekötjük az ordinátatengely 0 pontjával. A kapott metszéspontot 45 fok alatt kivetítjük az ordinátatengelyre. Ha az oldatban szennyezések nem lennének, ennek 45 fokos egyenesnek az ordinátatengellyel való metszéspontja megadná az elektrolit fajlagos ellenállását.

Az oldatban lévő nikkell ellenállásnövelő hatásának figyelembevétele végett az ordinátatengelynek előbb kapott pontján át fektetett vízszintes egyenest hozzuk metszésre, a nikkeltartalomnak megfelelő sugárral, majd a metszéspontot ismét 45 fok alatt vetítjük ki az ordinátatengelyre.

Ezt az utóbbi műveletet megismételjük még a vas- és arzéntartalom hatásának figyelembevétele végett, majd végül az ordinátatengelyen leolvassuk  $\rho$  értékét. A felvett példa esetében  $\rho = 1,946 \text{ ohm cm}$ .

A gyakorlatban célszerű a sugarak kiindulópontjába ( $\rho = 0$ ) bevert szöghöz egy fonalat erősíteni, amelynek segítségével a megoldáshoz szükséges sugarak helyzetét rajzolás nélkül közvetlenül megállapíthatjuk, és így a diagramm és egy 45 fokos vonalzó segítségével bármely feladat könnyen és gyorsan megoldható lesz.

A 2. ábra ugyanennek a feladatnak a megoldására alkalmas másik diagrammot tüntet fel.

A diagramm közepén elhelyezkedő ordinátatengelyre a fajlagos ellenállás értékeit logaritmusos lépésekben vittem fel. A diagramm baloldali mezejében, egy a hőmérséklet hatását feltüntető görbesereg és a kénsavtartalom ábrázolására szolgáló skála látható.

A jobboldali mezőben négy kisebb diagramm van az oldatban lévő Cu, Ni, Fe és As hatásának a feltüntetésére. E kis diagrammok tengelyeinek beszámozása azonos, csak a görbék lefutása különböző. Az ordinátákon az oldott Cu, Ni, Fe és As mennyiségeit tüntettem fel g/l dimenzióban.

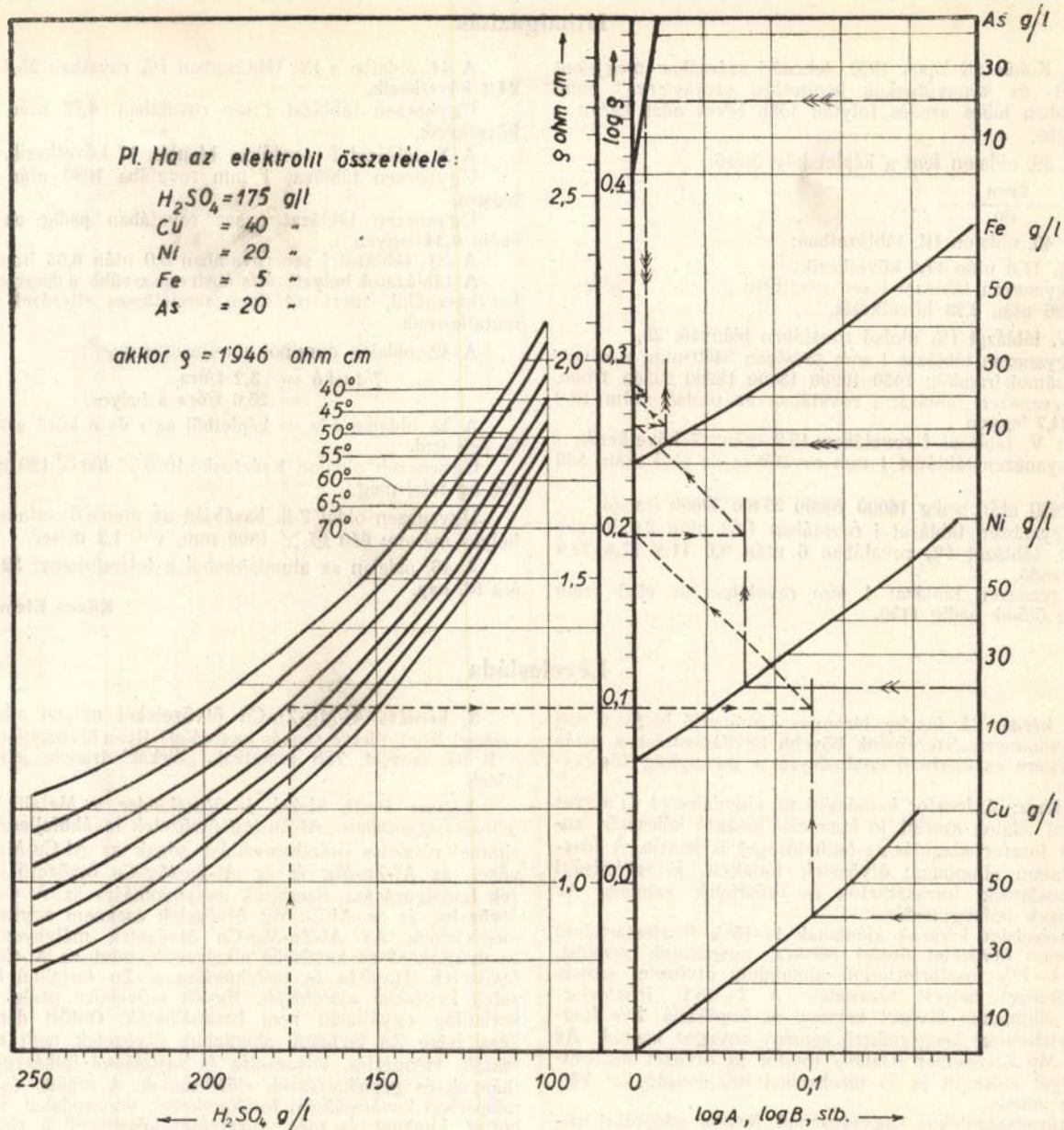
Ezeknek a kis diagrammoknak a segítségével határozhatjuk meg az ordinátatengellyel párhuzamosan futó segédegyenesek helyzetét, amelyekre a leolvasásnál szükségünk lesz.

Ennek a diagrammnak a használatát is egy példán mutatom be.

Keressük meg az előbbi példában megadott összetételű és hőmérsékletű elektrolit fajlagos ellenállását.

A kénsavtengely megfelelő pontjából (175 g/l) kiindulva, függőlegesen haladunk felfelé, míg a hő-





2. ábra.

mérsékletnek (50° C) megfelelő görbét el nem érjük, majd a metszésponttól kezdve vízszintesen haladunk, míg a jobboldali mezőben el nem érjük azt az ordinátatengellyel párhuzamosan futó segédegyenest, amelynek az ordinátatengelytől való távolságát a Cu-skála megfelelő pontján (40 g/l) át fektetett vízszintes egyenesnek és a Cu-skálához tartozó görbének a metszéspontja határozza meg.

A segédegyenessel kapott metszéspontot 45 fok alatt visszavetítjük a  $\log \rho$ -tengelyre. A tengelynek így nyert pontján át vízszintes egyenest fektetünk, és ezt metszésre hozzuk azzal a segédegyenessel, amelynek az ordinátatengelytől való távolságát a Ni-tartalomra vonatkozó görbének és a Ni-skála megfelelő pontján (20 g/l) át fektetett vízszintesnek

a metszéspontja szabja meg. A második segédegyenessel kapott metszéspontot ismét 45 fok alatt visszavetítjük a  $\log \rho$  tengelyre.

Ezt a műveletet megismételjük, míg valamennyi alkotórész hatását figyelembe nem vettük és végül leolvassuk értékét, amely a felvett példánál  $\rho = 1,946 \text{ ohm cm}$ -nek adódik.

### Összefoglalás.

A szerző két nomogrammot szerkesztett Szkovronszkij kísérleti eredményeinek a felhasználásával, amelyekről az elektrolitoldat összetételének és hőmérsékletének ismeretében le lehet olvasni az oldat fajlagos ellánállását feltüntető értéket.



## Hibaigazítás

A Kohászati lapok 1952. februári számában megjelent „Színes- és könnyűtuskók hengerlési szűrősterve” című cikkemben hibás szedés folytán több téves adat került a szövegbe.

A 39. oldalon fent a képlet következő:

$$v = \frac{2\pi r n}{60} = \dots$$

A 40. oldalon III. táblázatban:

f% 17,8 után 17,2 következik,  
ugyanezen táblázat i sec rovatában:  
1,86 után 2,23 következik.

IV. táblázat f% utolsó rovatában hiányzik 28,  
ugyanezen táblázat l mm rovatában 5450 után a követ-  
kező számok irandók: 7450 10200 13600 18200 23300 32000.  
Ugyanezen táblázat i rovatában az utolsó szám 18,0  
után 24,7 legyen.

Az V. táblázat f rovatában 15,2 után 17 következik,  
ugyanezen táblázat l mm rovatában az első szám 535  
legyen,

12800 után pedig 16000 20000 25400 32000 irandó.

Ugyanezen táblázat i rovatában 1,62 után 2,0 irandó.

VI. táblázat f% rovatában 6 után 8,0 11,8 17,8 22,0  
23,5 irandó.

Ugyanezen táblázat l mm rovatában az első szám  
830, az ötödik pedig 1130.

A 44. oldalon a IX. táblázatban f% rovatban 25,7 után  
24,2 következik.

Ugyanezen táblázat i sec rovatában 4,72 után 6,15  
következik.

A X. táblázat f rovatában 14 után 17 következik.

Ugyanezen táblázat l mm rovatába 1080 után 1370  
légyen.

Ugyanezen táblázat i sec rovatában pedig az első  
szám 0,34 legyen.

A XI. táblázat i sec rovatában 5,0 után 6,55 irandó.

A táblázatok helyett általában célszerűbb a diagrammo-  
kat használni, mert ott ilyen rendellenes eltérések nem  
mutatkoznak.

A 42. oldalon duralból a teljesítmény:

$$7 \text{ tuskó} = 3,2 \text{ t/óra} \\ = 25,6 \text{ t/óra a helyes.}$$

A 43. oldalon a v = képletből az r és n közé a  $\pi$ -t is  
be kell írni.

Ugyanezen oldalon a réztuskó  $1050 \times 400 \times 120 \text{ mm} =$   
450 kg felel meg.

Ugyanezen oldal 2-ik hasábján az átemelő asztalos duo  
helyes mérete:  $650 \varnothing \times 1800 \text{ mm}$ ,  $v = 1,2 \text{ m/sec}$ .

A 46. oldalon az alumíniumból a teljesítmény: 32 t/20  
óra ill. nap.

Köves Elemér.

## Levelesláda

1. kérdés: A foszfor bizonyos keményítő hatással van  
az alumíniumra. Szeretnénk bővebb felvilágosítást a hatás  
minőségére és elérhető eredményre a mennyiség függvé-  
nyében.

Válasz: A foszfor keményíti az alumíniumot és egyes  
irodalmi adatok szerint jó korrózióállóságot kölcsönöz an-  
nak. A foszfor adagolás az önthetőséget is javítja. A fosz-  
fortartalmú alumínium ötvözetek tömörök, jó szilárdsági  
tulajdonságúak, forrasztathatók és ezüstfehér színűek. Az  
ötvözetek hőlyagmentesek.

Szabadalmi leírások ajánlanak 1—15% foszfortartalmú  
alumínium ötvözetet öntési célokra, megemlítik továbbá,  
hogy 4—7% foszfortartalmú alumínium ötvözetet szokás  
vörösötvözet helyett használni. A 7—15% foszfortar-  
talmú alumínium ötvözet kemény és kopásálló, 2% fosz-  
for tartalommal hengerelhető kemény anyagot kapunk. Az  
Al-Cu-Mg ötvözetben 0,002% foszfor az ötvözet nemesít-  
hetőségét elősegíti és jó mechanikai tulajdonságokat köl-  
csönöz annak.

Századszázalékos nagyságrendű foszfor adagolást szil-  
lumin nemesítésére is ajánlják.

2. kérdés: Cérium fémek kis mennyiségű ötvözése  
milyen lehetőséget rejt magában az alumínium vezetőké-  
peség javítása szempontjából, ha feltételezzük azt, hogy  
az alumíniumoxidokat bontja és elszalaksítja? Van-e le-  
teltség pozitív eredmény esetén ennek alkalmazására hazai  
körülmények között?

Válasz: Az alumíniumhoz cérium 10—12% nagyság-  
rendig adagolható. 2—10% cérium tartalommal az alumi-  
nium jó elektromos vezető, nagy szilárdságú, nagy nyú-  
lású és korrózióálló. Ez ötvözet képlekenyen jól alakítható  
és az irodalom vezetékhuzalként is ajánlja. Al-Mg-Si  
(Aldrey) ötvözethez 0,05—0,3% cériumot is szokás ada-  
golni, amivel nemcsak a vezetőképességét, de az alakít-  
hatóságát is elősegíti. Cériummal ötvözött alumi-  
niumot a homok és kokillaöntésre is ajánlanak; mivel az  
ilyen anyag könnyen megmunkálható. Bizonyos helyeken  
csapágyanyagként is használják. Az Al-Cu-Mg ötvözet  
képlekeny állíthatóságát kevés cérium adagolása elősegíti,  
mivel ezzel a nyúlás is erősen megjavul.

Hazai körülmények között cérium alkalmazása könny-  
nyűfémek ötvözéséhez pillanatnyilag nem időszzerű.

3. kérdés: Al-Mg-Zn-Cu ötvözeteket milyen alkatré-  
szeknél lehet, illetve szokás használni? Ilyen ötvözet típusok:  
a B 95 szovjet, 75S amerikai, „Zirkal” francia jelű ötv-  
vözet.

Válasz: Petri, Siebel és Vosskübler a Metall 1951.  
februári számában „Al-Zn-Mg ötvözetek továbbfejlesztése”  
címmel részletes összehasonlítást adnak az Al-Cu-Mg ötv-  
vözet, az Al-Zn-Mg és az Al-Zn-Mg-Cu ötvözetű leme-  
zek feldolgozására. Szerintük mélynyomásra az Al-Cu-Mg  
ötvözetek és az Al-Zn-Mg ötvözetek csaknem egyformán  
megfelelnek. Az Al-Zn-Mg-Cu ötvözetek mélynyomásra  
és nyújtóhúzásra kevésbé alkalmasak, mint az Al-Cu-Mg  
ötvözetek. Hajlítás és mélyhúzásra a Zn tartalmú ötvö-  
zetek kevésbé ajánlhatók. Egyéb műveletre pedig gya-  
korlatilag egyáltalán nem használhatók. Öntött darabok  
készítésére Zn tartalmú alumínium ötvözetek nem alkal-  
masak. Hengerlés, kovácsolás és sajtolással félkészgyárt-  
mányok és gépalkatrészek előállíthatók. A repülő- és jár-  
műiparban kovácsolással futókerekeket, vonórudakat, vonó-  
horog, kuplung és más alkatrészt készítenek a cinktar-  
talmú alumínium ötvözetekből.

Lemeggel történő borítás után korróziós szempontból  
ugyanígy megütik a mértéket, mint a Dural-típusok, de  
emellett lényegesen nagyobb szilárdságúak.

4. kérdés: Al-Zn-Mg típusú képlekeny ötvözetek  
mennyiben helyettesíthetők az Al-Cu-Mg ötvözetekkel és  
elégés-e itt huta-horgany használata?

Válasz: Az Al-Zn-Mg ötvözet típusok teljes értékkel  
helyettesíthetők a Dural-ötvözetekkel. Aggályos csak az  
Al-Zn-Mg típusú ötvözetek feszültség alatti korrózióérze-  
kenysége. Az erre vonatkozó korróziós vizsgálatok folya-  
matban vannak. A kérdés második részére vonatkozóan  
megállapításunk a következő: huta-horganyt lehetőleg ne  
használjunk, mivel ennek szennyeződése 1—1,5%, ami  
rendesen Pb, Cd, Sn vagy Fe, amely a képlekeny ala-  
kíthatóságot hátrányosan befolyásolja.

A huta-horgany alkalmazására nézve kísérleteket kel-  
lene végezni, amelyeknek célja az volna, hogy a külön-  
böző céloknak megfelelően a szennyeződések legnagyobb  
mennyiségét megállapítsák.

E. Gy.

## ALUMÍNÍUM

Feladás szerkesztő: Vajk Péter. — Feladás kiadó: A Nehézipari Könyv- és Folyóiratkiadó Vállalat Vezérigazgatója

Megjelenik: 360 pld.-ban — Szerkesztőség: V., Szalay-utca 4. Telefon: 129—699

Budapesti Szikra Nyomda, V., Honvéd-utca 10. — Felelős vezető: Radnóti Károly.



# ALUMINIUM

AZ ORSZÁGOS MAGYAR Bányászati és Kohászati Egyesület Fémkohászati Szakosztálya  
és a FÉMIPARI KUTATÓ INTÉZET FOLYÓIRATA

IV. évfolyam

5. szám

## A FÉMIPARI KUTATÓ INTÉZET KÖZLEMÉNYEI

45. szám

### Az ötvözők befolyása az Al-Mg-Si típusú nemesíthető könnyűfémötvözetek mechanikai tulajdonságaira

BENKÓ ANDOR

Влияние сплавов на механические свойства  
улучшаемых легких сплавов типа Al-Mg-Si.

Автор: Бенке Андор.

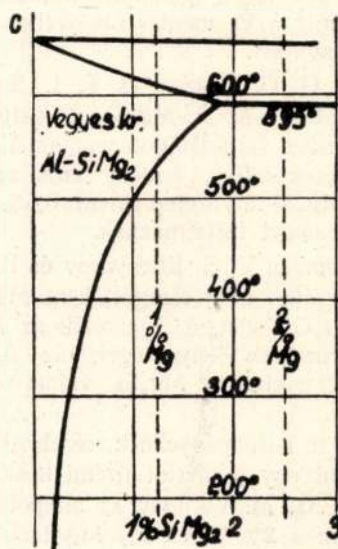
Einfluss der Legierungsbestandteile auf die mechanischen  
Eigenschaften der vergütbaren Al-Mg-Si Leichtmetall-  
legierungen.

The influence of the alloying compounds on the mechanical  
properties of the light alloys Al-Mg-Si.

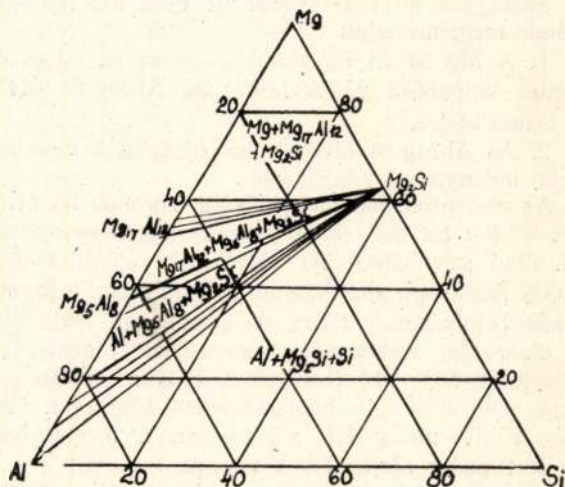
Az Al-Mg-Si típusú ötvözet szerencsésen egye-  
síti magában azokat a tulajdonságokat, amelyek az  
iparban való nagy elterjedését biztosítják. Jó köze-  
pes szilárdságú, a korrózióknak igen jól ellenáll, elő-  
sajtolás és hengerlés közbeni lágyítás nélkül henge-  
relhető, jól mélyhúzható. Az Al-Mg-Si típusú ötvöze-  
teknek ezeket az előnyös tulajdonságait igen hamar  
felismerték, és ma már az ipar legkülönbözőbb ágai-  
ban ezeket az ötvözeteket alkalmazzák.

Az ötvözeteket 1916-ban Giuliani fedezte fel és  
dolgozta ki technológiáját. Ettől az időtől fogva az  
Al-Mg-Si háromalkotós ötvözzel sokan foglalkoztak,  
különösen behatóan vizsgálták az alumínium vegyes-  
kristály képződését. Megállapították, hogy a Mg és  
Si,  $Mg_2Si$  vegyületet alkot és ez a vegyület az alu-  
míniummal úgy viselkedik, mint egy kétalkotós ötvö-  
zet. Az alumíniumban a  $Mg_2Si$  vegyületkristályok  
oldódása a hőmérséklet növekedésével nő. Az oldódás  
mértéke szobahőmérsékleten 0,2%, az eutektikum hő-  
mérsékletén ( $595^\circ C$ ) 1,85%. Ez a hőmérséklettől  
függő szilárd oldódás a közismert nemesítési eljárás  
alkalmazását teszi lehetővé, amely az ötvözet jó szil-  
árdsági tulajdonságait biztosítja. A különböző kuta-  
tók, mint Westliming, Klemen, Dix, Keller, A. A.  
Bocsvár és munkatársai külön-külön hasonló ered-  
ményre jutottak. Az összefoglaló eredményeket az  
1. sz. ábra mutatja.

Mielőtt az egyes ötvözők hatásait kezdeném bon-  
colgatni, nézzük át milyen fázisokat találhatunk az  
Al-Mg-Si három alkotó különböző arányainál. Erre  
bőséges és biztos útmutatást a már részletesen kidol-  
gozott egyensúlyi diagramm ad (2. sz. ábra). A dia-  
gramm közönséges hőmérsékletre érvényes metszete-  
ből látható, hogy háromalkotós vegyület nem kelet-  
kezik, azonban a  $Mg_2Si$  vegyület minden három-



1. ábra.



2. ábra.

alkotós Al-Mg-Si ötvözetben megtalálható. Az ötvö-  
zet összetételétől függően, aszerint, hogy a vonalká-  
zott sávok által határolt háromszögek melyikébe esik  
az Al és  $Mg_2Si$  kristályokon kívül szabad Si,  $Mg_5Al_8$ ,  
 $Mg_{17}Al_{12}$ , illetve Mg lehet jelen.



Az ötvözetek közül alumínium ötvözetnek természetesen csak azok az ötvözetek nevezhetők, amelyek legalább 60% alumíniumot tartalmaznak. Ilyen megszorítással az Al-Mg-Si típusú ötvözetben az alumínium kristályokon kívül még  $Mg_2Si$ ,  $Mg_3Al_8$  és Si kristályok is találhatók. Ezt a területet az Al-Mg<sub>2</sub>Si quasi binér metszet választja ketté. Az alkotók a  $Mg_2Si$  vegyület kristályban a  $Mg:Si = 1,73$  arányt elégítik ki és aszerint, hogy az ötvözetben melyik alkotó van feleslegben, a található fázisok  $Al + Mg_2Si + Si$ , vagy  $Al + Mg_2Si + Mg_3Al_8$ .

1932-ben A. A. Bocsvar, K. V. Gorev, M. Korolkov a kedvező összetételt megállapították és bebizonyították, hogy mindkét alkotó, Si és  $Mg_2Si$  oldhatósága csökken, ha a  $Mg_2Si$  vegyület feles mennyiségben van jelen. Ezzel megcáfolták Hanson és Gayler ama megállapítását, hogy a Si felesleg esetén a  $Mg_2Si$  oldhatósága növekszik. Megállapították azt is, hogy Aldrey ötvözetben, amely 0,2–0,4% Fe-t is tartalmaz, a Si felesleg a hőkezelés hatását jelentősen növeli, míg a Fe mentes ötvözetben a Si felesleg nem ad javulást.

1936-ban G. G. Urazov és T. I. Suspanov bebizonyították, hogy az Al-Mg-Si ötvözetek hőkezelésénél a maximális szilárdságot nem az Al-Mg<sub>2</sub>Si kétalkotós ötvözetek adják, hanem azok az ötvözetek, amelyek a  $Mg_2Si$  ötvözetben kívül 0,6% Si, vagy 0,6% Mg felesleget tartalmaznak.

Ezzel szemben V. G. Kuznyecov és E. Sz. Makarov röntgenográfiai úton vizsgálták az Mg és Si oldhatóságát 200 C fokon, és igazolták az Al-Mg<sub>2</sub>Si-Si terület izotermáinak helyességét, az Al-Mg<sub>2</sub>Si-Mg területen megfigyelték a  $Mg_2Si$  valamivel nagyobb oldhatóságát.

Ezeknek a körülményeknek részbeni ellentmondása, valamint egy felmerült üzemi hőkezelési probléma folytán Sz. M. Voronov az állapotábra alumínium sarkában a 2% Si és 2% Mg tartalmat összekötő vonalig részletes kísérletsorozatát végezt.

Szétágazó kísérletei közül itt csak két fejezetet kívánok megismertetni:

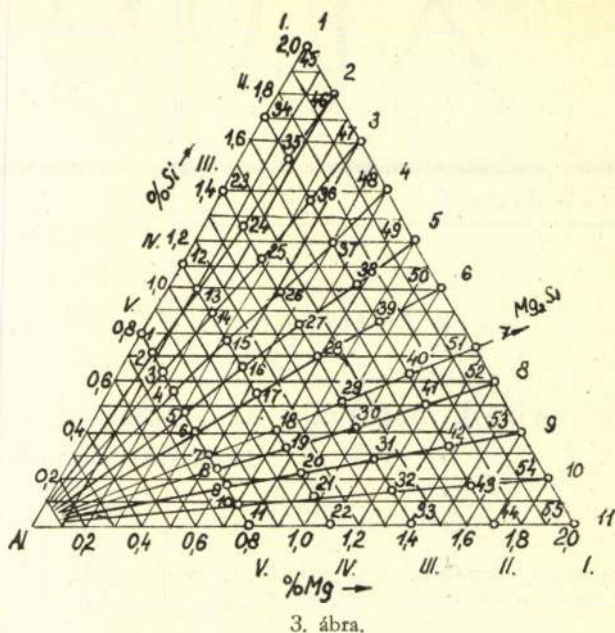
1. A Mg és Si tartalom befolyása az edzés és öregítés különböző változatainál az Al-Mg-Si ötvözet nemesítésére.

2. Az Al-Mg-Si ötvözet szilárdságának növelése kisebb mennyiségű adalékokkal.

Az első probléma megoldására Voronov 55 ötvözetet állított be, melyeknek összetételszerű rendszerét a 3. ábra szemlélteti. Az ötvözetek előállításához 99,95% tisztaságú alumíniumot használt, ami a szennyezők befolyásának teljes kikapcsolását biztosítja. Az olvasztást elektromos kemencében végezte, az ötvözeteket 700–710 C fokról kokillába öntötte és utána 430–450° C hőmérsékleten kisajtolta. Az edzés előtti melegítést sófürdőben, a mesterséges öregítést pedig olajfürdőben végezte.

A hőkezelés kiválasztott rendszerei a következők voltak:

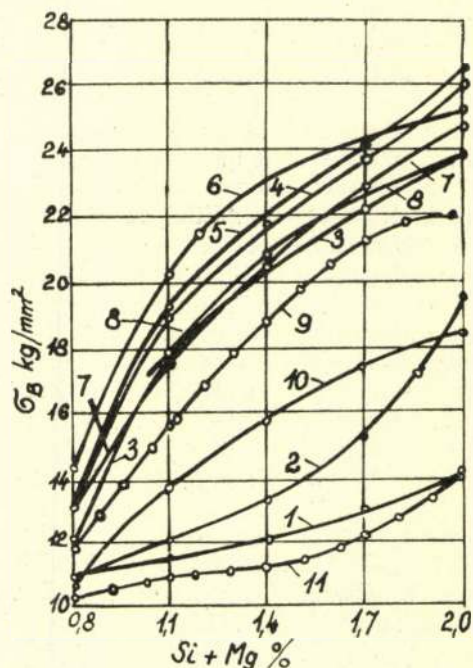
- a) Edzés hőfoka 500, 530 és 560° C, a hűtővíz 18–20° C hőmérsékletű volt.
- b) Mesterséges öregítés hőmérséklete 150° C, 24 órás időtartamig.
- c) A mesterséges öregítés közvetlen edzés után történt.



3. ábra.

d) Közöségiesen hőmérsékleten nyolc napon át természetes öregítés.

A 3. sz. ábra 55 ötvözetének szilárdsági adatait, 530° C edzés előtti hevítés és nyolc napi természetes öregítés mellett, a 4. sz. ábra szemlélteti. A görbék azt bizonyítják, hogy legnagyobb szilárdságúak azok az ötvözetek, amelyeknek a Mg-Si tartalma nagy (1,7–2%) és bizonyos Si felesleggel rendelkeznek.

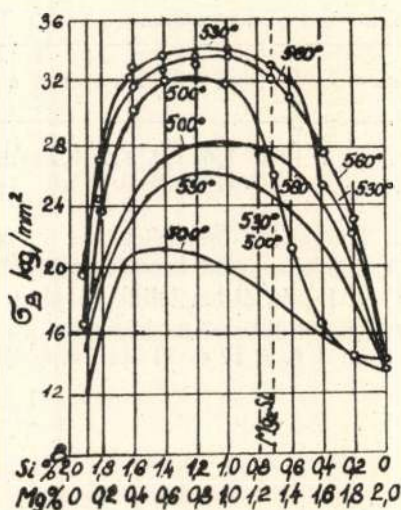


4. ábra.

Figyelemreméltó az a megfigyelés is, hogy az összes ötvözetnél a maximális szilárdság a  $Mg + Si = 2\%$ -os koncentrációknál van, ami nem felel meg a szilárd oldhatóság határainak 530° C hőmérséklet mellett és több kutató eredményével ellentétben áll.



Amint látható, a Si felesleggel rendelkező ötvözetekre az edzési hőmérséklet különösen nagy hatással van. A szakítószilárdság változását ábrázoló görbék igen nagy edzési hőmérsékletnél igen nagy emelkedést mutatnak. Az 5. sz. ábrán látható a különböző edzési hőfokok hatása természetes és mesterséges öregítés esetén. A diagramm azokra az ötvözetekre vonatkozik, amelyekben a Mg és Si összege 2%. Ez a növekedés az ötvözetek frissen edzett állapotban való vizsgálatánál is megfigyelhető. A nagy szilárdságemelkedés összefügg a szilárd oldat jelentékenyen nagyobb telítődésével a nagy felmelegedési hőmérsékletnél. Ez a különbség a Mg felesleggel rendelkező ötvözeteknél kevésbé észlelhető.

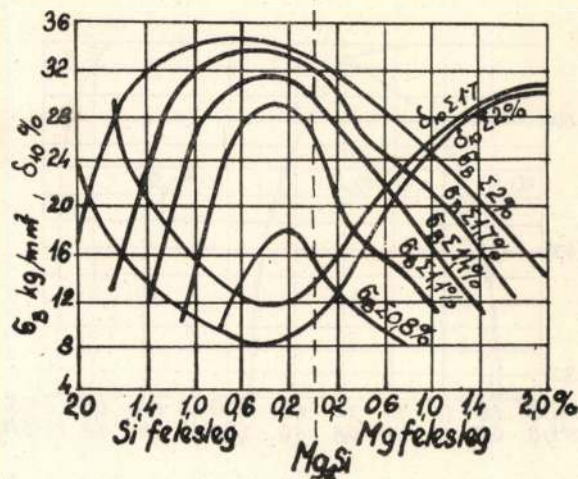


5. ábra.

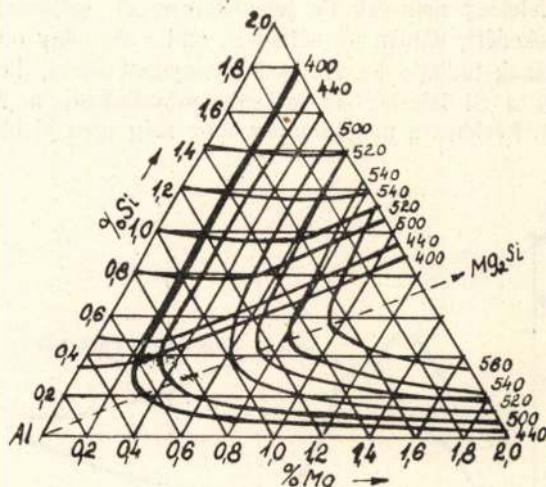
Érdekes megfigyelni, hogy a Si felesleggel rendelkező ötvözetek 530 C foknál nagyobb szilárdságot mutattak, mint 560 C foknál. Ennek magyarázatát a szemcseszerkezetben kell keresni. Általában a nagy Si és Mg koncentrációjú ötvözetek nagyon finom szemcseszerkezetűek, ami természetesen hatással van a szilárdságra, mind a frissen edzett állapotban, mind az öregítés összes változataira. A nemesedés lényegesen nagyobb részét az alkotók szilárd oldatba történő átmenete szabja meg, amit a finom szemcseszerkezet tovább fokoz. Az 560 C fokos hőmérséklet ugyan a tökéletes oldódást biztosítja, azonban több, mint amennyi a tökéletes oldás eléréséhez szükséges és ez szemcsedurvulást okoz, ami az 530 C fokos kezeléssel szemben a szilárdsági értékek csökkenését eredményezi.

Ezt a tényt szemléltetően mutatja a 6. sz. ábra. A hőkezelési hőmérséklet ilyen nagymértékű befolyása csak a  $Mg + Si = 1,2\%$  koncentrációnál nagyobb értékeknél tapasztalható, azon alul a vizsgált hőkezelési hőfokok hatása között egészen jelentéktelen különbség adódik.

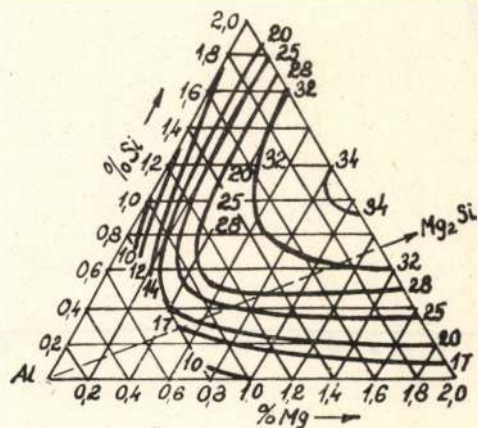
Igen hasznos az ipar részére az a két diagramm, amelyet Voronov ezeknek az adatoknak az alapján szerkesztett. Az első (7. sz. ábra) az oldódási izotermákat adja meg az általa vizsgált területen, ami a hőkezelési hőmérséklet megválasztásánál jó segítséget nyújt. A második (8. sz. ábra) az egyenlő szilárdságú ötvözetek görbéit tartalmazza és az egyes ötvözetektől várható szilárdságra ad jó tájékoztató értékeket.



6. ábra.



7. ábra.

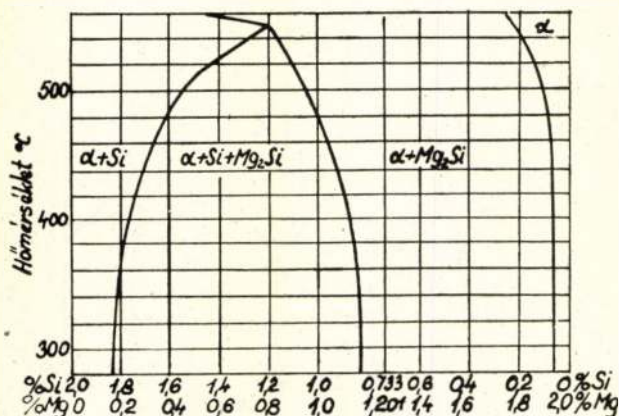


8. ábra.

Voronovnak az volt a célja, hogy a maximális szilárdság területének létezését kimutassa, azonban, amint a 9. ábrából látható, ennek kimutatása a vizsgált területen nem volt lehetséges. Megállapítást nyert azonban a legkedvezőbb Mg és Si arány,



amellyel bizonyos  $Mg + Si$  koncentráció mellett a legnagyobb szilárdság érhető el és pedig  $Mg/Si = 0,67-1$  mellett.



9. ábra.

Az itt ismertetett adatok azt mutatják, hogy a Si felesleg nemcsak Fe jelenlétében ad szilárdságnövekedést, hanem Fe nélkül is, ami a Si nagy oldódásának tudható be. Az is bebizonyítást nyert, hogy csak a Si felesleg ad szilárdságnövekedést, a Mg nem. Ezekhez a megállapításokhoz még igen jó bizo-

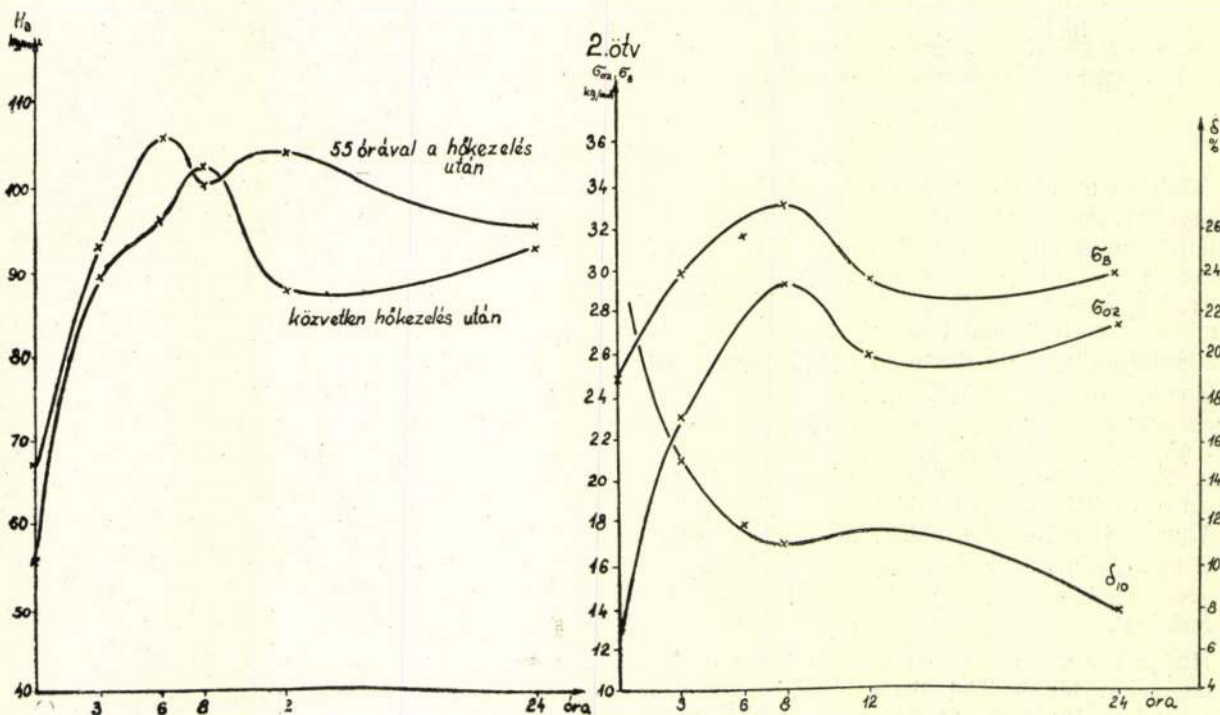
esetén végig két fázisban marad. Megcáfolta azt is, hogy a Si oldódása a Mg tartalom növelésével erősen csökken, mert a 7. ábra görbéi mind ennek az ellenkezőjét bizonyítják.

Ezeknek az adatoknak az érdekessége arra indított bennünket, hogy a szilárdsági maximum kikeresésére vizsgálatokat végezzünk. Ezért 8 ötvözet megvizsgálását állítottuk be, amelyek közül 6 ötvözetben a  $Mg/Si$  arány  $0,7-1,0$  volt. Vizsgálatainkat kiterjesztettük Voronov adatainak a reprodukálására is. Az ötvözetek előállítása ugyanolyan feltételek mellett történt, mint Voronovnál, azzal az eltéréssel, hogy alapanyagul 99,5% tisztaságú alumíniumot használtunk, miáltal minden ötvözetünkben  $0,2\%$  Fe van, mint szennyezés.

1. TÁBLÁZAT.

Sorszám	1	2	3	4	5	6	7	8
Si% . . . . .	1,6	1,6	1,4	1,2	1,2	1,2	1,0	2,0
Mg% . . . . .	0,6	1,6	1,0	0,6	1,0	1,2	1,2	2,0

A vizsgált ötvözeink összetételét az 1. sz. táblázat mutatja. A sajtolt rudakból készült próbapálcákat  $540$ , ill.  $560^\circ C$ -on  $1$  órán át hevítettük, majd  $20^\circ C$ -os vízben hirtelen lehűtöttük és utána közvetlen ( $5$  percen belül)  $150^\circ C$ -on  $3, 6, 8, 12$  és  $24$  órán át öregítettük. Az

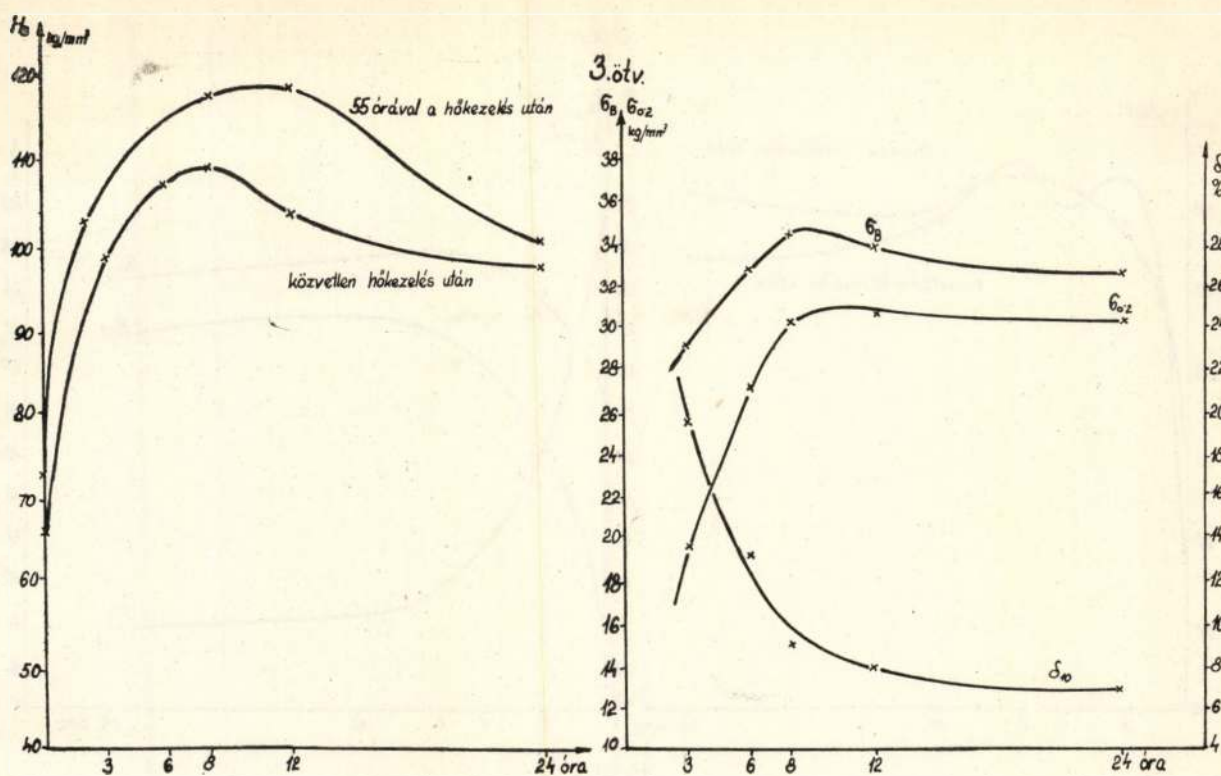


10. ábra.

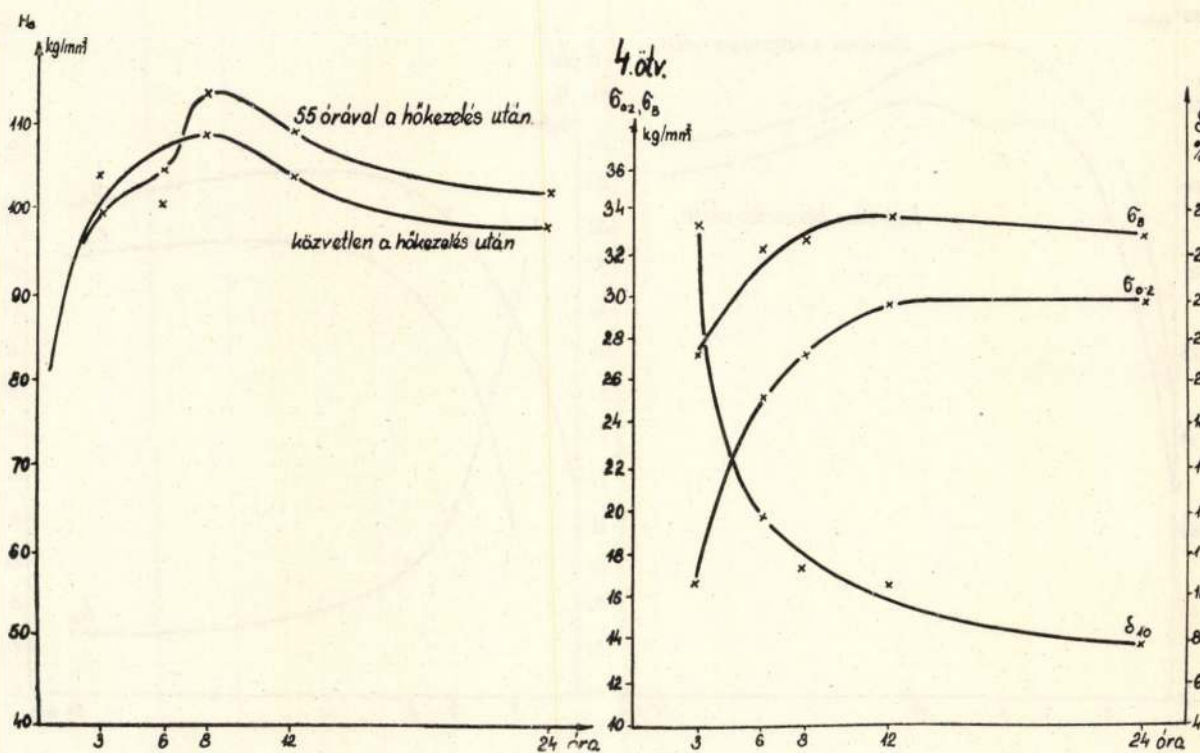
nyitékul szolgál a 9. sz. ábra, amelyet a fenti adatok alapján szintén Voronov szerkesztett. Jól látható, hogy Si felesleg esetén, megfelelő edzési hőmérsékletet alkalmazva, háromfázisú rendszerből kétfázisú rendszerbe jutunk és így a lehülés folyamán nemcsak a  $Mg_2Si$  válik ki, hanem a Si is, míg a Mg felesleg

ötvözet keménységét minden periódus után azonnal megmértük. Az öregítés után kb.  $50$  órával újabb keménységmérést végeztünk, amikor is  $10-15\%$  további keménységnövekedést tapasztaltunk. Ekkor a próbatesztet elszakítottuk, amelyeken  $\sigma_{0.2}, \sigma_B, \delta_{10}$  értékeket határoztunk meg. A keménység és szilárdság értékeit a





11. ábra.

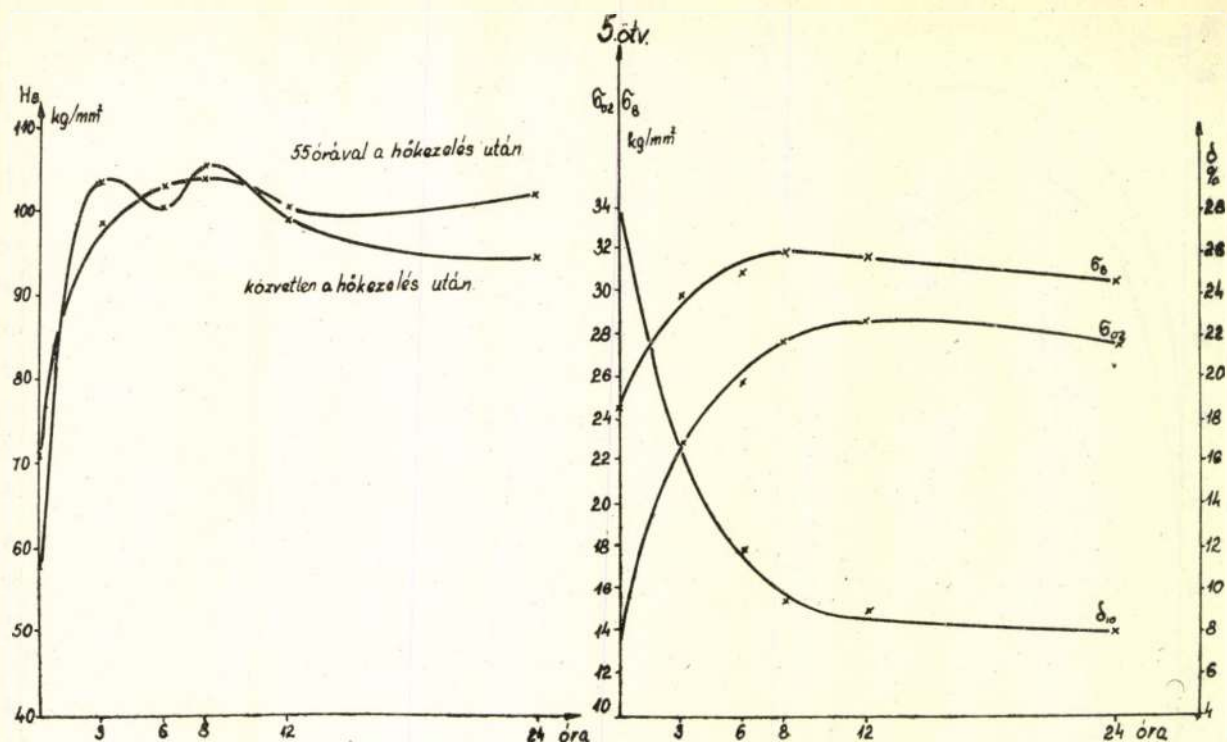


12. ábra.

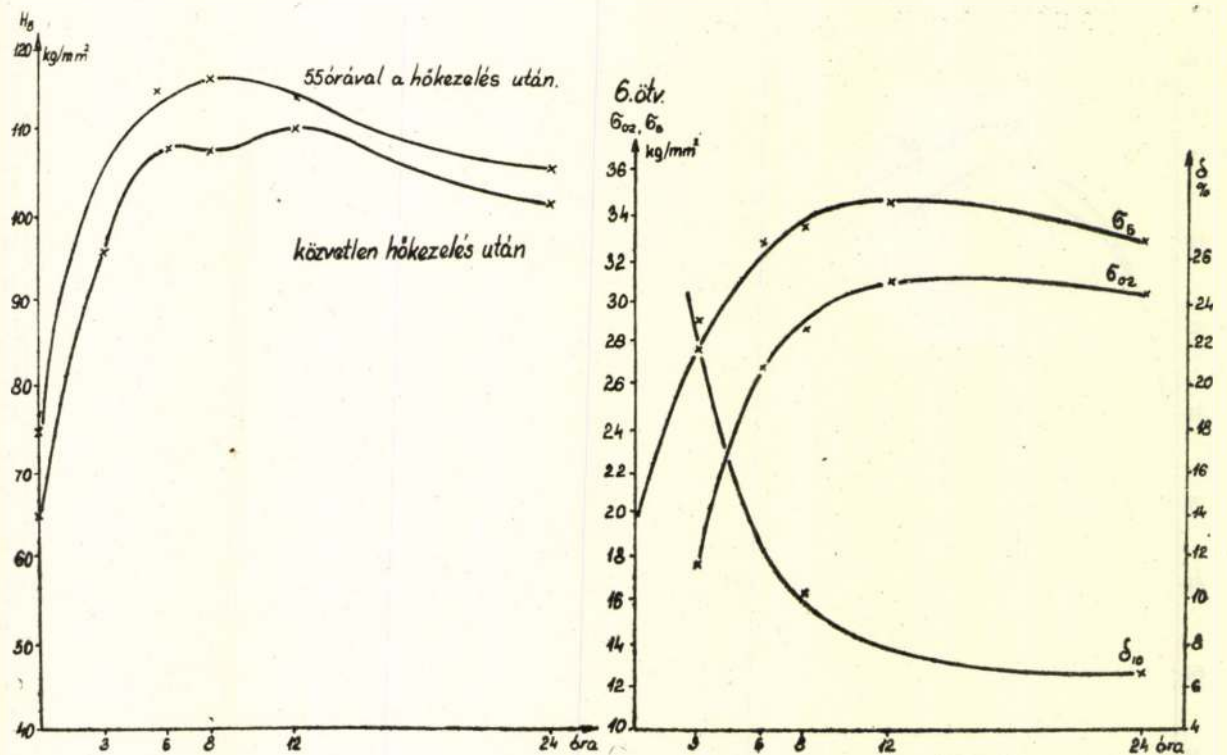
10–15. ábrákban foglaltuk össze. Amint a diagramm-ból látható, az ellenőrző mérések Voronov méréseit igazolták, azonban az éles szilárdsági csúcsot nem sikerült megtalálni. A 16. ábrán megszerkesztettük a szilárdság változását a koncentráció függvényében, a

Mg/Si = 1 arány esetében. Jól látható, hogy méréseink Voronov adataihoz csatlakoznak és azt is szemléltetik, hogy 2% Si + 2% Mg tartalomnál sem záródik a 34 kg/mm<sup>2</sup> szilárdságú ötvözetek vonala, ami ennek a nagy területnek nagy kiterjedését bizonyítja.





13. ábra.

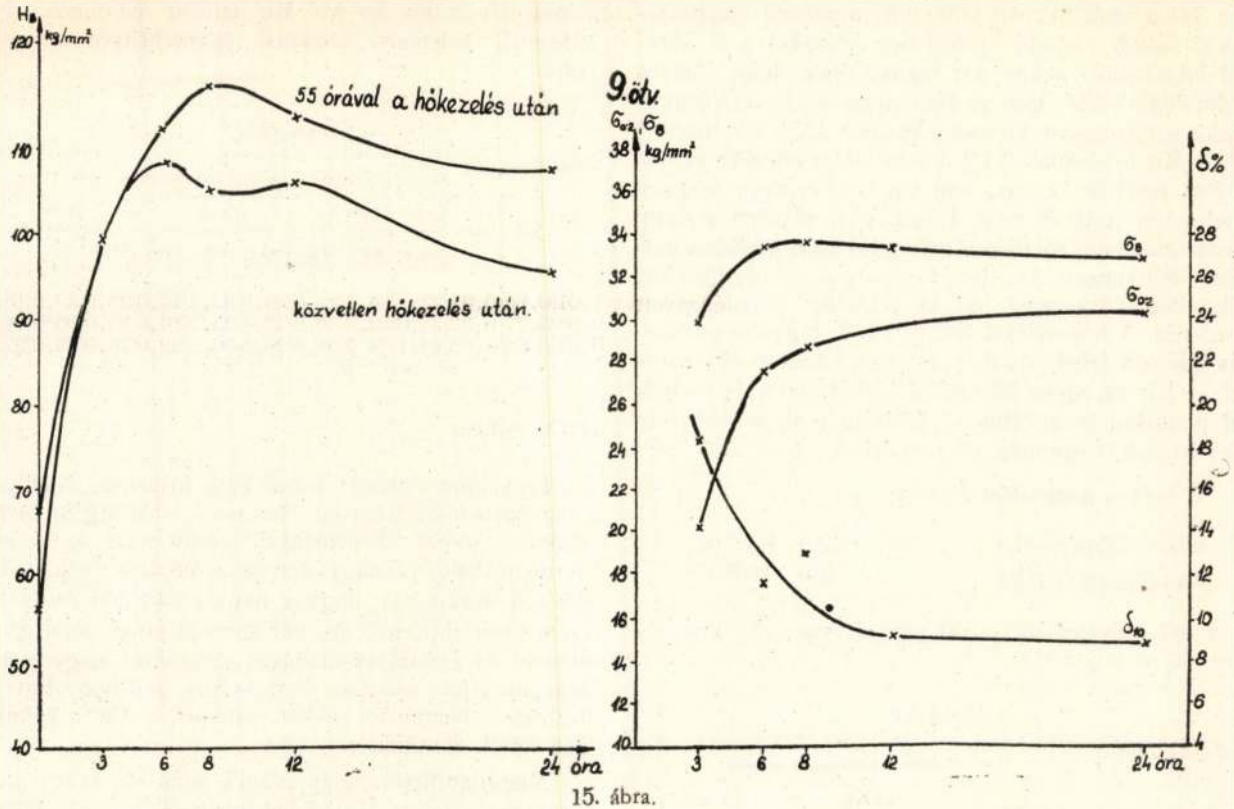


14. ábra.

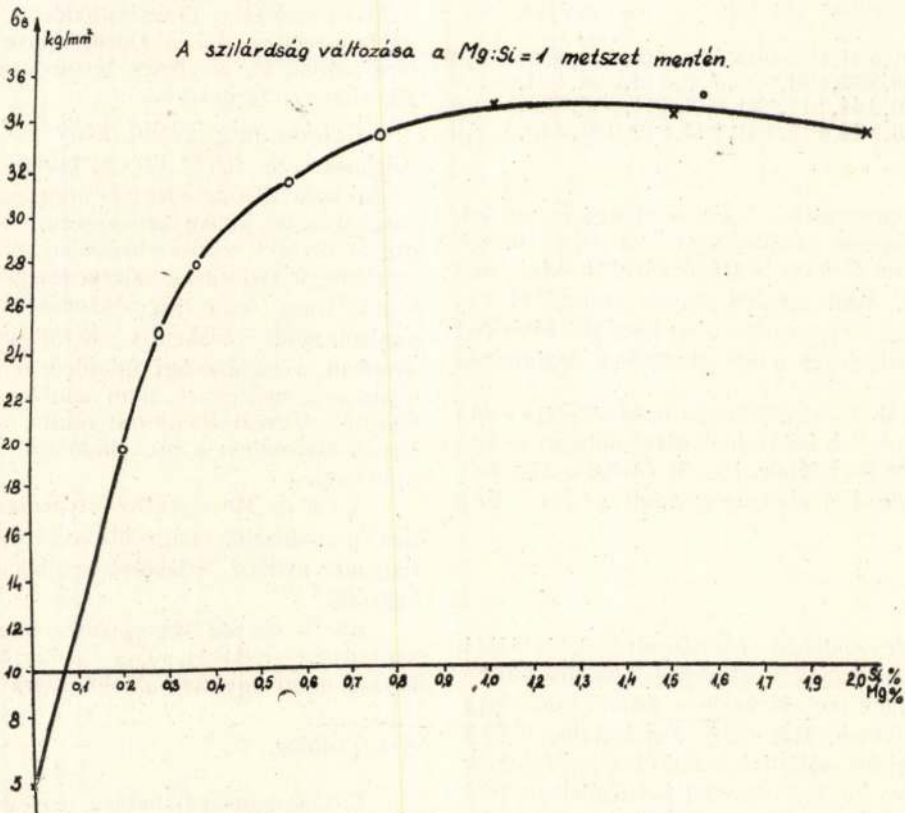
Ez az ipar részére igen előnyös jelenség, mert ezáltal az ötvözők elég nagy ingadozása engedhető meg. A nyúlás értékei a nagy koncentrációnál a megkövetelt minimális érték alatt vannak, azonban  $\text{Mg} + \text{Si} = 2,4\%$  után nyúlásnövekedés tapasztalható. Ha az általunk

vizsgált ötvözetek adatait vizsgáljuk, megállapítható, hogy 5,5–8 órai  $150\text{--}160^\circ\text{C}$ -os öregítéssel a szabvány felső szilárdsági értékeit, a nyúlás közepes értékei mellett, bármelyiknél biztosíthatjuk, anélkül, hogy az ötvözethez új ötvöző elemet (pl. Mn-t) adnánk. Hátrá-





15. ábra.



16. ábra.

nya ezeknek az ötvözeteknek, hogy előállításukhoz csak kohófémmel (max. 0,2% Fe tartalmú fém) használható. Ez a körülmény az ipar részére előnytelen, mert a mai technológia állása mellett az ipari ötvözeteket bizonyos százalékos hulladék felhasználásával állítják elő. A hulladék felhasználása az anyag Fe tartalmának növeke-

dését idézi elő. Az ipar által gyártott ötvözet átlagos összetétele és szilárdsági értékei a következők:

Mg 0,7%	Cu max. 0,1%	nemesített $\sigma_b = 28-32$ kg/mm²
Si 0,9%	Zn max. 0,05%	$\delta_{10} = 10-15$ %
Mn 0,6%	Fe max. 0,5%	



Ha a fenti Si : Mg arálynak megfelelő alapösszetételű fémtől várható szilárdsági értékeket a 9. ábrából kikeressük, akkor azt tapasztaljuk, hogy helyes technológia esetén már az alapanyag is 31—33 kg/mm<sup>2</sup> szakítószilárdságot biztosít. Az ipar által alkalmazott 0,6% Mn adaléknak 0,4% Fe tartalom ellenére ezt az értéket emelnie kellene, ami vagy nem, vagy negatív értelemben történik meg. Ennek okát részben a nagy vastartalomban, részben a hőkezelés nem tökéletes voltában kell keresni. Az edzés és mesterséges öregítés között eltelt várakozási idő az értékeket jelentősen ronthatja. A hőkezelések között eltelt nagyobb várakozási idő oka lehet annak, hogy a gyártásban egy sorozat — bár az egyes hőkezelési hőmérsékleteket és időket pontosan betartottuk — hirtelen csak a szabvány alsó értékeit, vagy még azt sem éri el.

A helyes nemesítési előírás:

edzési hőmérséklet 540—560° C.  
az öregítés hőfoka 150—160° C

és a két művelet között 30 percnél hosszabb várakozási idő ne teljen el.

2. TÁBLÁZAT.

Kémiai összetétel %			150° C melletti mesterséges öregítés								
Si	Mg	Mn	6 óráig			12 óráig			24 óráig		
			$\sigma_{0,2}$	$\sigma_B$	$\delta_{10}$	$\sigma_{0,2}$	$\sigma_B$	$\delta_{10}$	$\sigma_{0,2}$	$\sigma_B$	$\delta_{10}$
0,99	0,79	0,10	21,5	31,1	23,0	25,4	33,0	18,0	27,0	33,2	15,0
1,02	0,83	0,23	23,5	32,1	24,0	26,5	36,6	14,0	28,4	34,6	12,0
0,96	0,79	0,41	40,3	44,7	12,2	41,0	46,6	11,0	36,6	40,5	13,0
1,01	0,84	0,60	39,5	44,4	12,4	41,3	44,1	12,0	37,0	40,5	12,0

Érdekes megvizsgálni, hogy az eléggé jó szilárdsági értékű alapfém tulajdonságait, más ötvözőknek kis mennyiségben történő hozzáadásával, miként lehet tovább fokozni. Mint további ötvöző szóba jöhet Cu, Mn, Cr. Voronov erre vonatkozólag igen sok kísérletet végzett és eredményei a következőkben foglalhatók össze:

A vizsgált ötvözetek előállításának technológiája a Mg és Si típusú ötvözetek hatásainak vizsgálatával azonos volt. Az alapfém összetétele 1% Si és 0,8% Mg volt. Fe a nagy tisztaságú alapanyag miatt az ötvözetben nincs.

#### A Mn hatása.

Voronov idevonatkozó eredményeit a 3. sz. táblázat szemlélteti. A kapott eredmények különösen 0,4—0,6% Mn tartalom mellett valóban kitűnő szilárdságnövekedést mutatnak. Már 0,2% Mn tartalom 0,65% Cu-mal egyenértékű szilárdságemelkedése eredményez, anélkül azonban, hogy az ötvözet korrózióellenállását lerontaná. Szilárdság szempontjából 0,4—0,6% Mn tartalmú ötvözet az előbbi anyagok mechanikai értékeit 25—30%-kal meghaladja. A mangán növekedésével a teljes nyúlás értékeinek erős csökkenése is megfigyelhető. Az ilyen nagy szilárdságnövelő hatás azzal magyarázható, hogy a mangán a rekristallizáció kialakulására fékezőleg hat és az anyag hőkezelése után is szálas szerkezetű marad. Ennek eredményeként a szilárdságnövekedés az Al—Mn szilárd oldatának képződéséből keletkező effektust jelentősen meghaladja.

3. TÁBLÁZAT.

Kémiai összetétel %			150° C melletti mesterséges öregítés								
Si	Mg	Mn	6 óráig			12 óráig			24 óráig		
			$\sigma_{0,2}$	$\sigma_B$	$\delta_{10}$	$\sigma_{0,2}$	$\sigma_B$	$\delta_{10}$	$\sigma_{0,2}$	$\sigma_B$	$\delta_{10}$
1,01	0,80	0,04	22,3	30,3	23,0	24,5	33,2	14,0	25,6	33,0	18,2
0,98	0,77	0,23	23,6	32,3	20,0	25,4	35,2	16,0	25,0	35,0	14,0
0,97	0,80	0,65	24,1	34,9	25,0	26,5	36,5	23,0	26,0	35,0	22,0

#### A Cu hatása.

Figyelmet érdemel Hans Hug kísérlete, amellyel a réz korrózióállóságrontó hatását az Al—Mg—Si ötvözeteknél figyelte. Eredményei szerint már igen kis Cu mennyiség is nagy korrózióellenállás csökkenést idéz elő. Kimutatja, hogy a nyúlás 90%-kal csökken. Bár a kísérletnél alkalmazott korrodáltatási mód igen intenzív és ezáltal eredményei az ötvözet nagy romlását mutatják, azonban óvatosságra kell hogy figyelmeztessen bennünket akkor, amikor a Cu alkalmazása felett döntünk.

Megállapítható, hogy réznek már kis százalékos adagolása esetén is szilárdságemelkedés és teljes nyúlás-növekedés tapasztalható. A Cu tartalom további növelése már a Dural típusú ötvözetek területére nyúlik át, amelynek tárgyalása már nem tartozik ehhez a tárgykörhöz.

Érdekes megfigyelni, hogy a Cu tartalmú ötvözeteknek (kb. 0,6% Cu tartalom) a teljes nyúlás értéke még 24 órai öregítés után is elég nagy. Ennek magyarázatát abban kell keresni, hogy a réz az Al—Mg—Si ötvözet rekristallizációját elősegíti, ami a keresztirányú szilárdság növekedésének javára, a hosszanti irányú szilárdságcsökkenésében nyilvánul meg (anizotropiát csökkenti). Kis mennyiségű rézötvöző azonban a szilárdsági tulajdonságokat nem növeli olyan erős mértékben, mint amilyen jelentékeny mértékben a korrózióellenállást rontja, ezért az Al—Mg—Si típusú ötvözetben a réz adagolása 4. ötvözőként nem ajánlható.

A Cu és Mn együttes ötvözése az öregítés minden periódusánál nagyobb szilárdságnövekedést és nagyobb nyúlási értékeket eredményez, mint a Mn egyedül.

Bár a Cu és Mn együttes alkalmazása igen jó szilárdsági értékeket ad, a Cu korrózióellenállásrontó hatása miatt együttes alkalmazásra sem ajánlható.

#### A Cr hatása.

Szilárdságnövelő hatása lényegesen kisebb, mint a Mn-é, bár az ötvözetre gyakorolt hatása a Mn-éhoz hasonló. A Cr tartalmú ötvözet kristályszerkezete 5—10-szer finomabbak a Cr nélkülinél.

A hazai szabványnál nagyobb szilárdságú Al—Mg—Si típusú ötvözetek előállításának öt döntő kritériuma van:

1. A minél kisebb vastartalom.



## IRODALOM

2. Az edzési hőfoknak a szokványosan elterjedt 520 C fokról 550 C fokra való emelése.

3. Az Mg és Si ötvözők összege, a Mg/Si = 0,7—1 arány betartása mellett, 2% felett legyen.

4. Az edzés és öregítés között minél rövidebb idő múljon el.

5. Negyedik ötvözőként a Mn a leggazdaságosabb, mert a szilárdságot jól növeli, anélkül azonban, hogy a korrózió-ellenállást rontaná.

Tekintettel arra, hogy az első kritériumot az üzemek az ismételt hulladékfelhasználás miatt csak nehezen tudják betartani, termelvényeik minőségét a másik négy kritérium minél pontosabb betartásával javíthatják.

1. E. Jänecke: Handbuch aller Legierungen, Heidelberg 1949. 475. old.

2. Verő József dr.: Az alumíniumötvözetek metallográfiája. Alumínium kézikönyv, 1949.

3. A. A. Bocsvár, K. V. Gorev, A. M. Korolkov: Issledovanyie prevrascenij v. tvjordom szosztojanyii vszplavach Al-Mg-Si sz szoderzsanyiem do 2% Si i do 3% Mg. 1933.

4. V. G. Kuznyecov, i E. Sz. Makarov: Izvestija szektora fizikochemicseszkovo analiza. Akademii nauk Sz. Sz. Sz. R. 1936.

5. Sz. M. Voronov: Processzű uprocsnenija szplavov Aluminyij—Magnyij—Kremnyij. Moszkva 1946.

6. Hans Hug.: Über den Einfluss geringer Schwermetallgehalte auf die Korrosions-Beständigkeit von Al-Mg-Si Legierungen Aluminium 1941.

## A bauxit kötöttvíz-tartalmának változása

Dr. GEDEON TIHAMÉR

## Перемена содержания связанной воды в бокситах.

Автор: Др. Тигомир Геден.

The change of hydrate-water in bauxite by hydration process

by: T. G. Gedeon D. Eng.

Finkey József, a soproni Műegyetem tanára 1930—31-ben foglalkozott a bauxitok szárításával. Közben megkísérelte, hogy a bauxitban lévő kolloid víztartalmat a Fleissner-féle ahidrálási eljárással távolítsa el a bauxitból. Kísérleteihez háromféle gánti bauxitot használt, melyet előzőleg 105° C-on szárított ki. A közölt elemzésekből megállapítható, hogy vegyes típusú, tehát hidrargillitet és böhmitet tartalmazó bauxittal dolgozott. Autoklávban 11 kg/cm<sup>2</sup> gőznyomáson 2 órán át tartotta az anyagot, de súlycsökkenést nem tapasztalt, hanem súlynövekedés következett be. Ebből azonnal megállapította, hogy az alkalmazott nyomáson az alumíniumoxidmonohidrát vízfelvétel közben trihidráttá alakult át. Kísérleteit evvel be is fejezte, mert kitűzött célja nem a bauxitok hidrálása volt.

Dr. Polinszky Károly 1948-ban foglalkozott a magyar bauxitok ahidrálásával, különös tekintettel a hidrargillitet tartalmazó bauxitokra. Kísérleteiben ugyancsak felismerte a bauxitok hidrálási lehetőségét. Az egyik iszkaszentgyörgyi bauxitnál azt tapasztalta, hogy 5 atm nyomás alatt némi hidratáció következik be. A nyers és az 5 atm nyomáson vízgőz-térben kezelt bauxitnak az izzítási görbáját fölvéve, azt tapasztalta, hogy 250—300° C között eltávozó kötöttvízmennyiség jelentősen nagyobb, mint az a nyers bauxitnál volt. A 900° C-ig eltávozó vízmennyiség teljes összege alig mutatott eltérést. Ebben az esetben tehát a gőztérben kezelt bauxitnál a kristályvízkötésben olyan molekulaközi átrendeződés ment végbe, mely lazább kapcsolatra mutat, mint a nyers bauxitban volt.

Jelentős hidratációt tapasztalt dr. Polinszky a gánti bauxit esetében. Vizsgálatait szintén kevert típusú (hidrargillit és böhmite tartalmú) bauxittal végezte.

Az 5 atm nyomáson gőztérben kezelt bauxit izzítási görbéje azt mutatja, hogy jelentős vízfelvétel a 350—550° C közé eső vízvesztési területre esik. 900° C-on az összes hidrálási víztöbblet mindössze 2,5%-ot tett ki a nyers bauxithoz viszonyítva. (450° C-on a különbség 5,2% többletet mutatott.) 10 atm nyomáson már hidratációt nem tapasztalt.\*

Az előbbi adatokból azt látjuk, hogy a nyers bauxit megfelelő körülmények között (víz- vagy gőztérben) nyomás alatt vizet képes megkötni. Kísérleteimben ettől eltérően a 800° C-on kiizzított bauxit hidratációját tanulmányoztam különböző időtartam és különböző lúgtöménység alkalmazása mellett, légköri nyomáson. 10—10 gr izzított bauxitot pohárba mérve, 30 perctől 2 óra 30 percig főztem különböző töménységű nátronlúggal oly módon, hogy az elpárolgott vizet rövid időközökben mindig utána pótoltam, hogy ily módon az oldat töménysége lényeges változást ne szenvedjen. A főzési idő letelte után a bauxitot leszűrtem, forró vízzel alaposan kimostam, 105° C-on kiszáritottam és meghatároztam az izzítási veszteséget. A kísérletet 1000° C-on izzított bauxittal is elvégeztem. Eredményeim a következők:

	105° C-on szárított bauxit izz. vesz. %					
	perc					
	0	30	60	90	120	150
Nyers bauxit	12,38	—	—	—	—	—
800° C-on izz.	2,66	—	—	—	—	—
5%-os NaOH-val	—	7,5	7,34	7,78	7,68	7,86
10%-os „ „	—	9,5	9,80	11,48	9,90	9,82
15%-os „ „	—	9,98	8,90	8,84	8,60	8,24
20%-os „ „	—	—	9,30	—	9,60	—
25%-os „ „	—	—	7,60	—	9,90	—
1000° C-on izz.	0,11	—	—	—	—	—
5%-os NaOH-val	—	—	1,72	—	3,44	—
10%-os „ „	—	—	1,88	—	3,79	—
15%-os „ „	—	—	3,76	—	2,20	—
20%-os „ „	—	—	4,44	—	5,54	—
25%-os „ „	—	—	7,08	—	5,78	—

\* Finkey: Bányászati és Kohászati Lapok. 64. évf. 22—23. sz., 1931.

Dr. Polinszky: Kémikusok Lapja. 1949. évfolyam.

Máriássy: Alumínium. III. évf. 9. sz., 1951.



A fenti kísérletsorozatból megállapítható, hogy a bauxit hidratációja akkor is bekövetkezik, ha annak hidrargillit tartalmát elroncsoltuk, sőt böhmít tartalmából a kötöttvíz egy részét elűztük. Tudvalevő, hogy 800° C-on még lényeges kristályrács-átalakulás nem következik be, tehát a szerkezetváltozás nem olyan nagymértékű, hogy a rács vízfölvételre alkalmatlan legyen. Az eredményekből azonban azt megállapíthatjuk, hogy a böhmít típusú bauxit szerkezetében az izzítás folyamán már olyan változás ment végbe, mely hidrargillitképződésre lehetőséget nem ad. Az eredeti kötöttvíz mennyiséget nem sikerült teljes mértékben a timföld molekulába visszavinni. Legjobban megközelítette a kiindulási állapotot a 10%-os marónátron oldattal 90 percig tartó főzési idő, amikor alig 1%-kal kevesebb volt a fölvevő vízmennyiség. Ha a hidratáció fokát százalékra számítjuk át, akkor megállapíthatjuk, hogy a 800° C-on izzított bauxit hidratációja 60%-tól 92,7%-ig változik. Ebből azt a következtetést is levonhatjuk, hogy az izzítás során a bauxit böhmít kristályrácsa legfeljebb csak 40%-ban változott el, de alkalmasan megválasztott behatásra még ez is nagyrészt vízfölvételre alkalmassá tehető. Az 1000° C-on izzított bauxitban a timföld rács-szerkezete már erősen a korund rácsához közeledik és

csak kevés böhmít szerkezet marad vissza. Ezen a magas hőfokon 1 órán át izzított bauxit hidratációja csak töményebb nátronlúgoldat alkalmazásával mutat eredményt. 25%-os NaOH-val 60 perces hidratációs időtartam alatt 57,1%-os hidratációs eredmény volt elérhető. Míg 800° C-on izzított bauxitnál az 5%-os és 25%-os NaOH-os főzés között lényeges eltérés alig tapasztalható, addig az 1000° C-on izzítottnál 5%-os híg lúggal a hidratáció foka mindössze 13,9%.

Tekintve, hogy a bauxit oldását autoklávban sokkal töményebb (35%-os) marónátron oldattal végzik, ezért nyomás nélkül, híg lúggal jelentős timföldoldás nem is volt várható. Vizsgálataimat erre is kiterjesztettem és megállapítottam, hogy a nátronlúgos hidratációs kísérlet után nyert bauxitban a timföldtartalom 47—51%-ig váltakozott.

Legújabb időben Máriássy Mihály mutatott reá, a bauxit nedves őrlésével kapcsolatban, a nyers bauxitnak marónátron oldatban 90° C-on végzett őrlése közben végbemenő hidratációjára, mely a bauxitnak autoklávban való oldását nagymértékben elősegíti és a timföldkitermelést előnyösen befolyásolja. Mindezek a megfigyelések azt igazolják, hogy a bauxit gazdaságosabb feldolgozása érdekében a hidratációs folyamatok vizsgálatával is behatóan foglalkoznunk kell.

## Rézfinoztás forgódobos kemencében\*

Dr. GELEJI SÁNDOR és SCHEY JÁNOS

(1. rész.)

Ге́леи Шандор и Шей Янош:

Рафини́ция меди в вращающейся печи барабанного типа.

Применение вращающихся печей барабанного типа для рафини́ции меди распространилось во всем мире в прошлых двадцати лет. Статья обсуждает на основании систематических опытов др. Ге́леи характерные свойства вращающихся печей барабанного типа. С точки зрения металлургии является характерным очень быстрое прохождение реакций из за высокой температуры и эффективного действия вращающейся горячей футеровки. Шихта получает только 30% полезного тепла через поверхность ванны, 70 остальных процентов соощаетвращающаяся футеровка. Вращающаяся печь барабанного типа до этого расплавляет шихту за четверть времени, нужного в стоячей печи. Термический коэффициент полезного действия печи выше 30%. Разрабатывается простой метод на основании практических опытов и теоретических представлений для определения основных размеров печей от 30 до 60 тонн номинальной емкости.

### Copper Refining in Rotary Furnace

This discussion treats with the characteristics of the rotary furnace on the basis of the experimental work made by dr. A. Geleji.

From the metallurgical viewpoint it is characteristic that the reactions are very quickly accomplished due partly to the higher temperature in the from all directions heated bath and partly to the active effect of the lining.

\* Az 1951. évi Akadémiai Nagyhétén tartott előadás rövidített anyaga. A teljes anyag megjelenik a „Magyar Tudományos Akadémia Műszaki Tudományok Osztályának Közleményei”-ben.

To clear the thermic problems the heat economy of the rotary furnace is examined. The charge receives only 30% of the useful heat through its free surface, the lining transmits the remainder of 70%. The heat transfer promoted by the lining results in a very short operating cycle and together with low heat loss in a thermal efficiency more than 30%.

Based on practical and theoretical considerations a method to determine the chief dimensions of rotary furnaces nominally 3—60 tons in capacity is described.

### Kupferaffination in Drehtrommelföfen

Vorliegende Abhandlung befasst sich auf Grund der Versuche von Dr. A. Geleji mit den besonderen Eigenschaften des Drehtrommelföfens.

In Hinsicht der metallurgischen Reaktionen ist auffallend deren schneller Verlauf. Der Grund dafür ist einerseits die höhere Temperatur des von allen Seiten beheizten Bades, andererseits die aktive Mitwirkung des Ofenfutters.

Zur Aufklärung der wärmetechnischen Fragen untersuchen wir eingehend den Wärmehaushalt des Ofens. Der Einsatz erhält durch seine freie Oberfläche nur 30% des Ofenfutters. Als Folge der durch beschleunigte Wärmeübertragung abgekürzten Chargendauer und der kleinen Verluste arbeitet der Ofen mit einem thermischen Wirkungsgrad von mehr als 30%.

Auf Grund praktischer Erfahrungen und theoretischer Überlegungen wurde eine einfache Methode zur Bestimmung der Hauptabmessungen von 3—60 t Öfen bearbeitet.

Az ércékből előállított nyers réz, valamint az újra feldolgozásra kerülő rézhulladék számos olyan szennyezőt tartalmaz, amelyek mind hideg, mind meleg állapotban lehetnének teszik a képlekeny alakítást. E szennyezések eltávolítása lényegében oxi-



dáló olvasztással és ezt követő redukcióval történik. A folyamat elvégzésére a klasszikus eszköz az álló lángkemence, amelyben a betét a művelet egész tartama alatt nem változtatja helyzetét. Az 1930-as évek elején Csepelen a Weiss Manfréd Fémművekben Gottschalk Károly kezdeményezésére a vasöntő iparban használt, Brackelsberg-rendszerű forgódobos kemencét rézfinomításra alkalmazták. A forgódobos kemencének számos előnye van az álló lángkemencével szemben, az ezzel kapcsolatos kérdések tisztázására dr. Geleji Sándor rendszeres üzemi méréseket végzett. A jelen dolgozat célja e mérési eredmények alapján a kemencében végbemenő folyamatok és a kemence hőgazdálkodásának tárgyalása, majd ezek eredményeit leszűrve, a kemence méretezésének tudományos alapokra való helyezése.

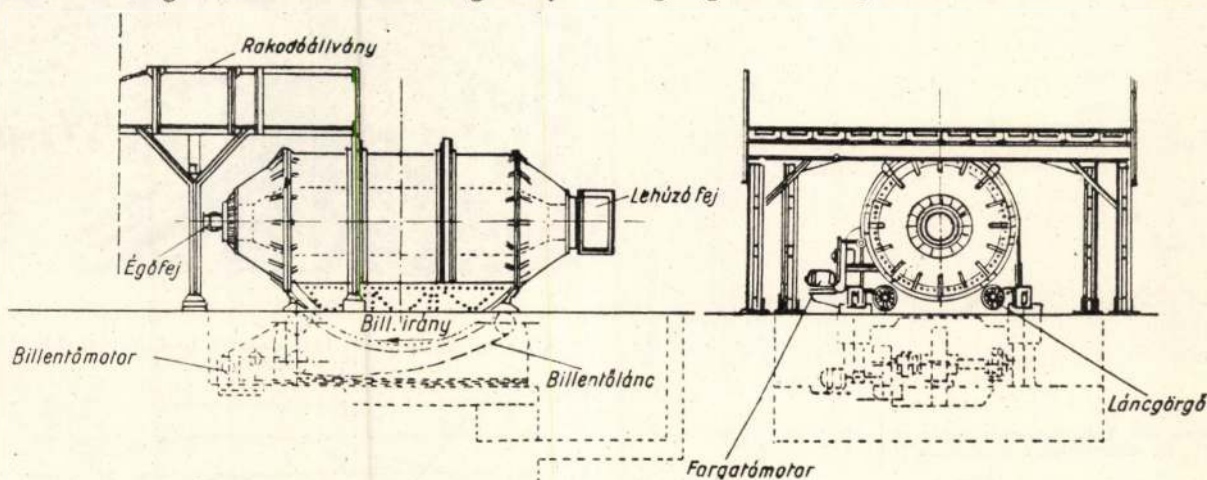
A primér és elektrolitikus réz finomítására használatos álló lángkemencék 30–400 t befogadóképes-

ben, jellegzetes azonban az egyes műveletek időtartamának nagymértvű csökkenése.

A rézfinomítás lényegében a következő műveletekből áll [1, 2]:

	A művelet időtartam	
	álló kemencében	forgódobos kemencében
1.) adagolás	1–3 óra	20' — 1 1/2 óra
2.) olvasztás	8–11 „	1 — 2 „
3.) oxidálás és salakozás	3–5 „	40' — 2 1/2 „
4.) buzgatás	2–3 „	30' — 1 „
5.) öntés	4–9 „	20' — 2 „

A berakás az álló lángkemencékbe az adagoló ajtókon keresztül történik, kisebb kemencéknél kézi erővel nagyobb kemencéknél gépesítve, berakódaruk segítségével. A forgódobos kemencébe az adagolást



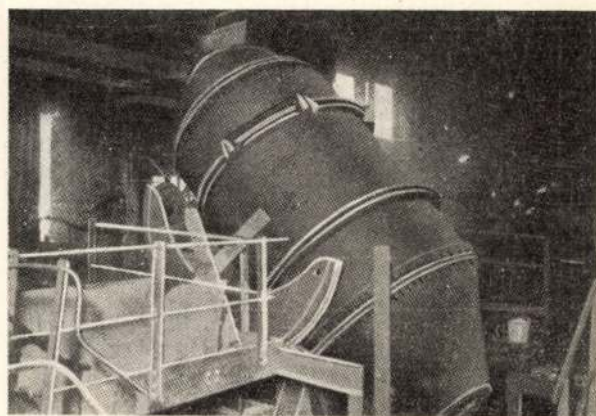
1. ábra. Forgódobos rézfinomító kemence (GORA-típus, tervezte dr. Geleji Sándor)

séggel épülnek, a rézhulladékok feldolgozására kisebb, 8–30 t befogadóképességű kemencéket alkalmaznak. Eppen ez utóbbi vonalon jelent nagy fejlődést a forgódobos kemence használata, bár rendszeres alkalmazást nyert primér rezek feldolgozására, és elektrolitikus réz finomítására, wirebar-öntésre is.

A forgódobos kemence (1. ábra) lényegében két végén kúposan összeszűkülő henger. A köpeny acélöntésű, vagy kazánlemezekből hegesztve készül. A döngölt bélés szabad terjeszkedésének biztosítására a kúpos részek ólomalátétes csavarokkal csatlakoznak a középső hengerhez. A kemencetesten lévő két gyűrű villamos motorral meghajtott görgőkön nyugszik, ezáltal a kemence percnként egy fordulattal forgatható. A csúszástól mentes forgást a gyűrűk mellett elhelyezett fogkoszorú és az ehhez csatlakozó fogaskerék biztosítja. A kemencetest a forgatóművel együtt erős, két körcikkből álló keretbe van beépítve, ennek segítségével a kemence függőleges irányban buktatható. Az égőfej és a füstlehúzó elfordítható ajtóknak nyerne helyezést, így a kemence buktatását nem akadályozzák. Az adagolás emelvényről történik, a salakozóvdöröket, buzgatófát és öntőüstöt daru tartja a kívánt magasságban.

A forgódobos kemencében végbemenő kémiai folyamatok ugyanazok, mint az álló lángkemencé-

buktatott állapotban végezzük (2. ábra), a magasabban elhelyezett adagolósínről. A berakáshoz elegendő, ha a rezet egyszerűen a kemence szájába borítjuk, az adag egyenletes elhelyezkedéséről a kemence forgatásával gondoskodunk. Ez a módszer az adagolási időt erősen lecsökkenti, nyersréz tömbök, továbbá jól csomagolt hulladékok 20–25 perc alatt beadagolhatók a 10 tonnás kemencébe. Terjedelmes hulladékok, kuszált drótkötelek berakása arányosan több időt vesz igénybe, emellett a kemence térfoga-



2. ábra. Adagoláshoz buktatott kemence (Murex; Thomas-típus)

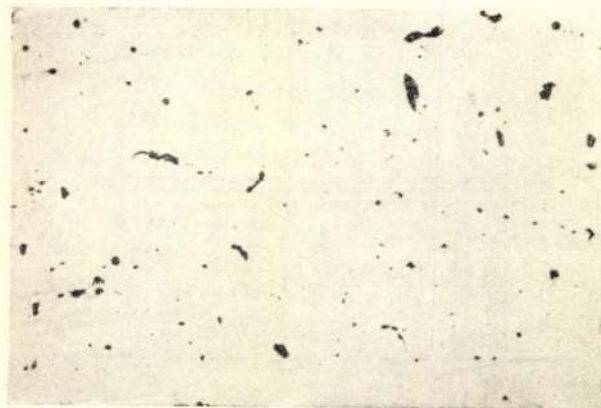


tát is hamar kitöltik; ilyen esetben a berakást részletekben kell elvégezni közbeni olvasztással.

A berakást követő művelet a beolvasztás. Aló lángkemencében a füstgázok által érintkezés és sugárzás útján leadott meleghez csak a boltozat



3/a.

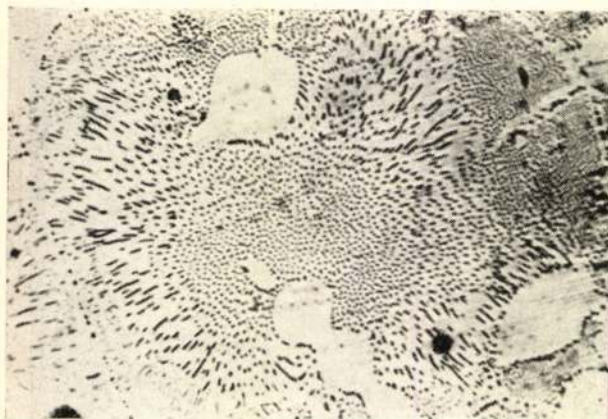


3/b.

3. ábra. a) A beolvasztás után vett merítőpróba képe és b) mikroszkópi csiszolata ( $140\times$ );  $O_2 = 0,0\%$ .



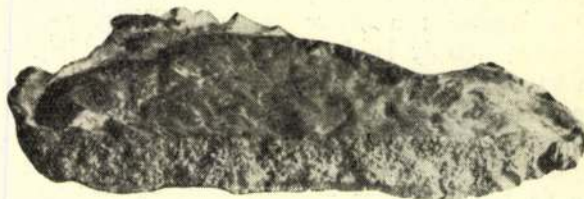
4/a. ábra.



4/b. ábra.

4. ábra. a) Kénidioxidtól duzzadó oxidációs próba és b) csiszolata ( $140\times$ );  $O_2 = 0,35\%$ .

sugárzó hatása járul hozzá, a fenék felől az adag hül. Ennek megfelelően a beolvadási időtartam hosszú és a fajlagos tüzelőanyagfogyasztás magas. Így pl. a

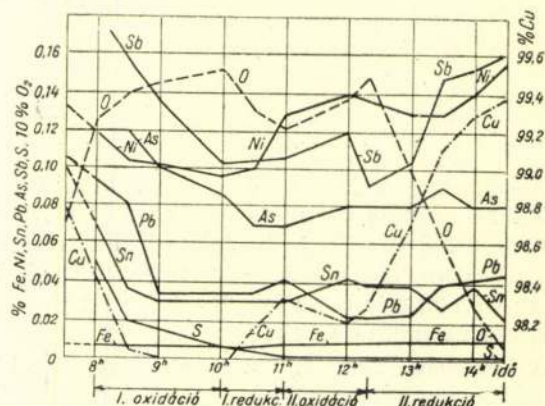


5/a.

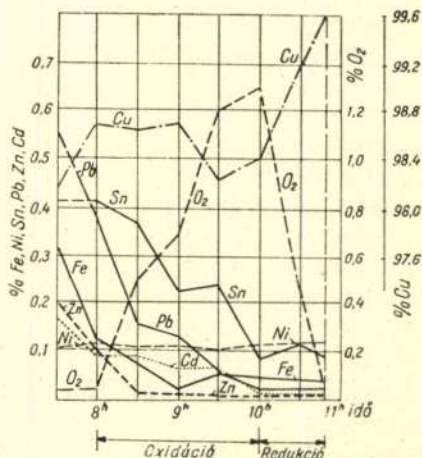


5/b.

5. ábra. a) Az oxidáció befejeződött, b) Csiszolat ( $140\times$ );  $O_2 = 3,00\%$ .



6. ábra. A szennyezések eltávolítása álló lángkemencében.



7. ábra. A szennyezések eltávolítása forgódobos kemencében.



10–25 tonna befogadóképességű, álló lángkemencék a bevezetett melegnek csupán a 6–15%-át hasznosítják a réz hőtartalmának növelésére [3]. A forgódobos kemencében ezzel szemben a kemence forgatásával mindig új és új bélésrészlet érintkezik az adaggal. Az adag tehát alulról nem hűl, hanem éppen ellenkezőleg a bélés által átadott meleg segítségével sokkal rövidebb idő alatt beolvad. A kemence forgatásának másik nagy előnye, hogy az adag felmelegedésével egyidejűleg a bélés rendszeresen lehül, ezáltal nagyobb lánghőmérséklettel dolgozhatunk és az időegységben térfogategységenként felszabaduló melegmennyiség lényegesen több lehet, mint álló lángkemencében. A finomítási folyamat célja a szennyező elemek elsalakosítása, éppen ezért már a beolvasztás kezdetétől oxidáló lánggal dolgozunk, s ezzel a tüzelőanyag tökéletlen elégetéséből származó melegvesztéseket elkerülhetjük.

Az adag nagyobb részének beolvadása után az oxidáció meggyorsítására a fémfürdő felületére levegőt fúvatunk. A forgódobos kemencénél ez oly módon történik, hogy az égőfej mellett kétoldalt lévő nyílásokon 0,7–1,5 atm-ás levegőt vezetünk be tűzálló acélsöveken. Az oxidálás periódusa alatt a tüzelést fenntartjuk, közben a kemencét állandóan forgatjuk, ezáltal megakadályozzuk a boltozat túlhevülését és növeljük a betét felé irányuló hőátadás mértékét. A fürdő felületére fúvott levegő oxigénje a rézzel kuproxidot ( $\text{Cu}_2\text{O}$ ) ad. Ez utóbbi igen gyorsan diffundál a rézfürdőben, és annak minden részébe eljutva, a réznél kevésbé nemes szennyezőket oxidálja. A rézben nem oldódó oxidok könnyebb fajsúlyuknál fogva a felszínre emelkednek és a kemence savanyú bélésanyagával higanfolyó salakot adnak.

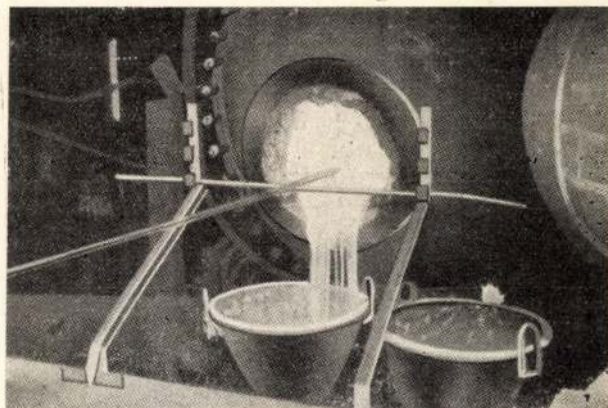
Erősen szennyezett rézfélelégek feldolgozásánál előnyt jelenthetne a bázikus kemencebélés a tartósság szempontjából, azonban a savanyú bélés a hulladékfeldolgozás lebonyolítására jobban megfelel, jobb minőségű végterméket ad, így tárgyalásainkat a gyakorlatban leginkább elterjedt savanyú bélésű kemencére vonatkoztatjuk. Általános tapasztalat szerint bélésanyagul legjobban az egyenletes minőségű kb. 87–93%  $\text{SiO}_2$  és 3–5%  $\text{Al}_2\text{O}_3$  tartalmú döngőanyag felel meg. Ez egyszerű nedvesítéssel, vagy némi vízüveg hozzáadásával jól döngölhető, olvadáspontja legalább 1600° C. A hőmérsékletingadozásokat jól bírja, mechanikai behatásokkal szemben érzéketlen, hővezetőképessége kicsi. A bélés élettartama elsősorban a feldolgozott réz minőségétől függ, általában 40–60–80 adagot bír ki.

Az oxidáció menetét itt is merítőpróbákkal ellenőrizzük. Beolvasztás után a merítőpróba felülete a kiszabadulni igyekvő gázok, elsősorban kéndioxid hatására hólyagos, szabálytalan alakú, a próbának a törete zárványokat tartalmaz, színe nem egyenletes (3. ábra). Az oxidáció előrehaladásával intenzívebb lesz a kéndioxid fejlődés, mert a  $\text{Cu}_2\text{O}$  és  $\text{Cu}_2\text{S}$  egymásra hatásából színréz kiválása mellett  $\text{SO}_2$  szabadul fel. A merítőpróba erősen duzzad (4. ábra), a töretében nagy gázhólyagok találhatók. A nagy mennyiségben jelenlévő szennyezők eltávolítása általában gyorsan indul meg, a folyamat azonban a szennyezők mennyiségének csökkenésével állandóan lassul. Kismennyiségű szennyezések eltávolítására a fürdő

oxigéntartalmát aránytalanul kell növelnünk és ennek megfelelően nagyobb mennyiségű réz is jut a salakba. A legtisztább rezeknél kb. 0,6–0,9%  $\text{O}_2$  tartalomig szokás oxidálni, szennyezettebb rezeknél néha 3%-on túl is. Az oxidáció befejezésekor a merítőpróba már nem duzzad, töretében sem gázhólyagok, sem elszíneződések nem láthatók (5. ábra), a töret durva kristályos, téglavörös színű. Az egyes szennyezések viselkedésére vonatkozóan Wanjukow [4] végzett alapvető munkát. A róla elnevezett diagrammban feltüntette az egyes szennyező elemek koncentrációjának változását az idő függvényében. Összehasonlításképpen közlünk egy-egy diagrammot (6. és 7. ábra) az álló- és a forgódobos kemencében végbemenő folyamatról. A leglényegesebb különbség abban mutatkozik, hogy a forgódobos kemencében a fürdő sokkal gyorsabban telítődik oxigénnel, s ezáltal a szennyezések is gyorsabban távoznak el. Gyorsítja az oxidációt az aránylag nagyobb, 1160–1200 C fokos hőmérséklet, amely a minden oldalról fűtött rézfürdőben uralkodik. Fel kell tételeznünk, hogy a kemencebélés is résztvesz az oxigén közvetítésében. A friss bélés u. i. még az első adagok alatt finoman átítatódik rézzel, ez utóbbi az oxidáló atmoszférában a felületen  $\text{Cu}_2\text{O}$ -vá alakul. A kemence forgatásával ez a réteg a fémfürdő alá kerülve azt alulról frissíti. Emellett a fürdőkre fúvott nagy nyomású levegő a fürdő egy részét szétporlasztja és minden irányba, így a kemence falára is szétszórja. A részecskék részben még röptükben, részben a kemencefalra tapadásuk után felületükön oxidálódnak, ez a  $\text{Cu-Cu}_2\text{O}$  lepedék a kemence forgásával a fürdő alá kerül és így az oxidációt gyorsítja. A kemencebélésből vett minták vizsgálata ezt a feltevést igazolja.

A szennyezések eltávolítása érdekében oxigénfelesleggel dolgozunk, az így kapott réz azonban nem alakítható, ezért a finomító eljárás következő lépéseként a salak eltávolítása után megkezdjük a redukciót, az ú. n. buzgatást.

A salakeltávolítás véghezvitelére a kemence forgatását megszüntetjük, eltávolítjuk a fúvócsöveket, elfordítjuk a tüzelő és a füstlehúzó ajtót, majd a füstlehúzó nyílás alá elhelyezzük a salakozó vödöröket. Ezután a kemencét addig buktatjuk, amíg a fürdő felszíne a nyílást el nem éri, majd hosszúnyelű kaparóval a salakot lehúzzuk (8. ábra). A kemencét

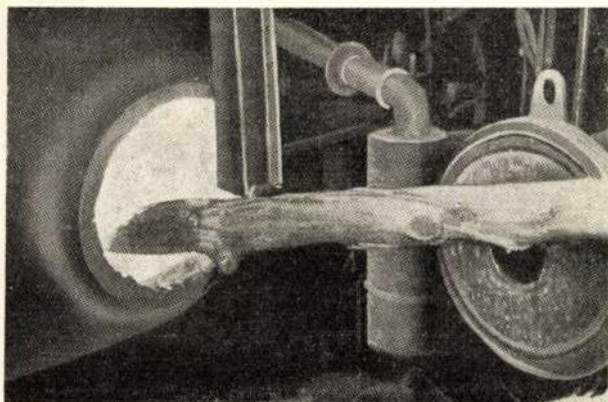


8. ábra. Salaklehúzás a buktatott kemencéből (Murex).

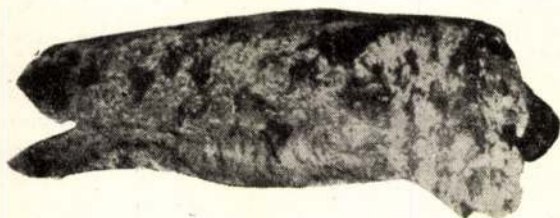


vízszintes helyzetbe visszabilentve megkezdődhet a buzgatás.

A buzgatás véghezvitelére legjobban a nyers nyírfatörzsek felelnek meg, amelyeket a kemence va-



9. ábra. Buzgatás az égőfej oldaláról (Murex).



10/a.



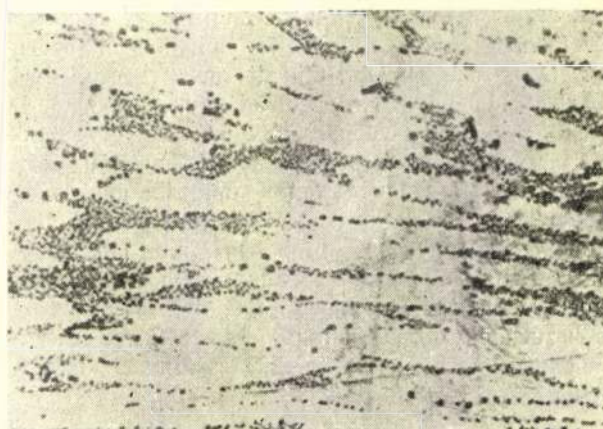
10/b.

10. ábra. a) Redukció kezdete: a próba a meleglapítást alig, a hajlítást egyáltalában nem bírja, b) Csíszolat ( $140\times$ )  $O_2 = 0,60\%$ .



11/a.

lamegy nyílásán keresztül a fürdőbe merítünk (9. ábra). A fürdő melege a fát lepárlásnak veti alá, a felszabaduló gázok ( $H_2O$ ,  $CO$ ,  $H_2$  és szénhidrogé-



11/b.

11. ábra. a) Redukció: a próba hideghajlításkor eltörik, b) Csíszolat ( $140\times$ )  $O_2 = 0,5\%$ .



12/a.



12/b.

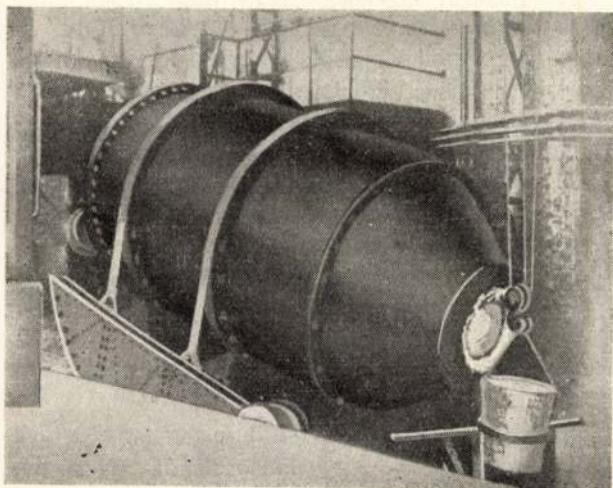
12. ábra. a) Redukció befejezése: a próba hideghajlításkor a bemetszés helyén sem reped, b) Csíszolat ( $140\times$ )  $O_2 = 0,08\%$ .

nek) a fürdőt átkeverik és  $Cu_2O$  tartalmát redukálják. A redukció menetét is merítőpróbákkal ellenőrizük. A merítőpálcák célja a réz alakíthatóságának megállapítása, evégből a merítőpróbát meleg állapotban lapítjuk és egymásra hajtjuk. A redukció kezdetén a próba még törik (11. ábra). Csökkenő oxigéntartalommal a melegen való hajlítás már sikerül,



erre a hajlított próbát lehűtjük, bemetsszük és hidegen hajlítjuk (11. ábra). Az adag akkor kész, amikor a próba a négyréthajlítást repedés nélkül kibírja. (12. ábra.) A próba törete jellegzetesen rózsaszínű, finom sugaras, kristályos, selyemfényű. A réz akkor 0,025–0,08% oxigént tartalmaz és megdermedése úgy megy végbe, hogy az öntött tuskók felülete teljesen sík. Ez a fémek öntésénél szokatlan jelenség a következő okokra vezethető vissza [1]: A réz oxigéntartalma a mindig jelenlévő minimális oldott hidrogénnel részben vízgőzzé változik, amely a megdermedéskor felszabadulva, mikroszkopikus méretű hólyagokat hagy vissza, ami a megszilárdulásakor beálló térfogatcsökkenést ellensúlyozza. Sík felület elérését a fürdő kéntartalma megnehezíti, vagy lehetetlenné is teheti. A kritikus kéntartalom ezredszázalékokban fejezhető ki, és amennyiben ennél több van a rézben, könnyen feléphet a túlbuzgás jelensége. A leöntött tuskók megdermedésekor a réz felpuffad, szélső esetben rózsaszerűen kinyílik. A túl magas kéntartalmú réz az oxigéntartalom szabályozásával sem menthető meg, ezért újra kell rafinálni. A forgódobos kemencében a buzgatás alatt a tüzelést már megszüntetjük, mert a szükséges hőmérsékletet a kemence fűtés nélkül is tartja. Eppen ezért a tüzelőanyag kéntartalma gyakorlatilag közömbös, helyes adagvezetés mellett a fürdő által felvett kén a tüzelés megszüntetése után eltávozik.

Mi helyt a merítőpróba megfelelő alakíthatóságot mutat, a fürdőt ismét faszéntakaróval borítjuk és késedelem nélkül megkezdjük az öntést. Kisebb méretű álló kemencénél a rezet még ma is kanalakkal szokás kimerni, ez az eljárás lassú és nagy testi erőfeszítést kíván. A forgódobos kemencének egyik nagy előnye éppen abból adódik, hogy az öntés a kemence buktatásával történik (13. ábra), így a kemence gyorsan kiüríthető minden fizikai munka nélkül. Az öntés időtartama természetesen az öntőformák méreteinek a függvénye. Nagyméretű tömbök gyorsan leönthetők segédberendezés nélkül is, kisméretű tömböcskék öntésénél a kemence ürítése erősen meggyorsítható, melegen tartó kemencék közbeiktatásával.



13. ábra. Öntéshez buktatott kemence (Cegedur, GORA-típus).

Mint már bevezetőben említettük, a forgódobos kemencében végbemenő folyamatok a fapros tisztázására dr. Geleji Sándor üzemi méréseket végzett. A mérések kiterjedtek az adag metallurgiai ellenőrzésén kívül a kemence hőgazdálkodását jellemző tényezőkre is.

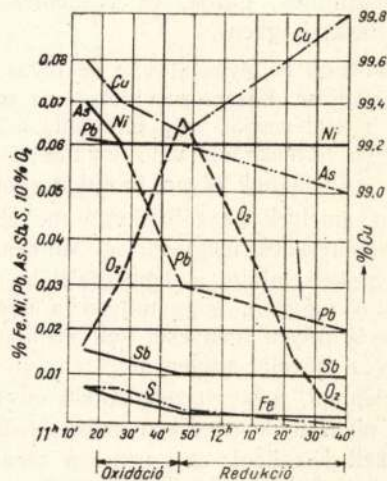
A kemence betét 60%-a préselt rézhulladék, 25%-a tűzszekrénylemez hulladék és konverterréz, a maradék rézforgács volt.

Az egyes műveletek időtartama a következő volt: Rakodás 30 perc, beolvasztás 90 perc, oxidáció 27 perc, salaklehúzás 10 perc, redukálás 36 perc, öntés 20 perc, a teljes adagtartam 3 óra 40 perc. A rezet lemezhengetési tuskókká öntötték le.

A betét összetételének vizsgálata céljából a merítőpróbákat analízisnek vetettük alá, az elemzés eredményét a 14. ábra mutatja.

Az egyes alkotórészek mennyiségének időbeli változására jellemző, hogy a fürdő igen gyorsan telítődik oxigénnel. A kísérlet alatt mértük az oxidáló levegő mennyiségét, ebből kiszámítva 14,5% az oxidáció hatásfoka. Ez az álló kemencékben mutatkozó oxidációs hatásfoknak [3] több mint kétszerese. E kedvező érték valószínű magyarázatával a kemencében végbemenő folyamatok tárgyalásánál már foglalkoztunk.

A kemence hőgazdálkodásának ellenőrzésére mértük a finomítási folyamat teljes tüzelőanyag fogyasztását; a kemencében óránként 220 kg olaj égett el. A kemence lángterének a hőmérsékletét mind a tüzelőoldalon, mind az öntőnyílás oldalán több ízben mértük. Az oxidációs periódus végén, tüzelés alatt, a tüzelő oldalon 1380° C, az öntőnyílás oldalán 1210° C volt a kemencetér hőmérséklete. A redukció folyamán, tüzelés nélkül, a lángtér 1180° C hőmérsékletű, az öntés kezdetére ez kb. 1140° C fokra süllyed.



14. ábra. A szennyezések eltávolítása a kísérleti adagból.

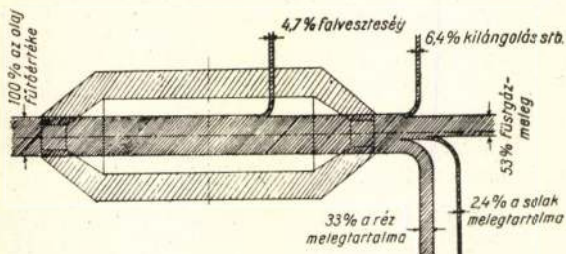
A távozó füstgázok hőmérsékletét, továbbá az elégetést jellemző alkotórészek mennyiségét is mértük.

A távozó füstgázok éghető alkotórészt nem tartalmaznak, az égés tehát a kemencetérben teljesen befejeződik.



A kísérlet folyamán mértük a kemence falának külső hőmérsékletét, ez a finomítási folyamat tartama alatt lényegesen nem változott. Több helyen mért felületi hőmérsékletek átlaga  $135^{\circ}\text{C}$ , a legnagyobb eltérés a középértéktől  $2-3^{\circ}\text{C}$  volt.

A fenti adatok alapján felállíthatjuk a kemence hőmérlegét (15. ábra). Melegbevételeként csak a fűtő-



15. ábra. A forgódobos kemence hőmérlege a kísérleti adat alapján.

olaj 10460 kcal/kg-os fűtőértéke szerepel. A hőmérleg kiadási oldalán hasznos tételként jelentkezik a leöntött réz melegtartalma, a legjelentősebb melegvesztés a füstgázok által elvitt érzékelhető meleg.

Meglepően kicsi a kemence fala által sugárzás és áramlás útján a környezetnek leadott meleg. Ez annak tulajdonítható, hogy a kemencetest külső hőmérséklete nem nagy, ugyanakkor a kemence alakja miatt felülete térfogatához képest kicsi. A hővesztések közül meg kell említenünk a számítás útján meg nem határozott, maradéktárgként feltüntetett egyéb veszteségeket. Ezek aránylag nagyoknak tűnnek fel, figyelembe kell azonban venni, hogy mind az égő oldali, mind a füstlehúzó oldali kemenceajtót az élet-tartam megnövelésére vízhűtéssel kell ellátnunk, ugyanakkor pedig az égő oldali ajtó mentén nagy ki-lángolási veszteség lép fel.

(Folytatjuk)

## A színesfémek kohászatának salakjai

F. M. Loskutov és A. A. Cejdlér szerzők által megírt, a Metallurgizdat által 1948-ban Moszkvában „Raszczetki po metallurgii tiazseliub cvetniub metallov” címen kiadott könyvnek 27–61. lapján „Slaki” címen található fejezet.

Fordította: SZÉKI JÁNOS egyetemi tanár

(1. rész)

### A) A salakok rövid jellemzése.

A salak a fémek és metalloidek oxidjaiból a kohásítás során előállított olyan olvadék, amely különféle kémiai vegyületeket, szilárd és folyékony összetevőket és eutektikus elegyeket tartalmaz. A salakokban fémszulfidok, gázok, és színesfémek is találhatóak kis mennyiségben.

A salak nagy befolyással van az olvasztási műveletnek a sikerére. Főszerepet játszik az érc meddő anyagának a kemencéből való eltávolítása és az olvasztás egyéb termékeitől való elválasztása körül. Ezek miatt a salaknak olyan tulajdonságokkal kell rendelkeznie, amelyek a szóbanforgó művelethez fűzött követelményeknek megfelelnek. Minden művelet számára meg kell találni a legmegfelelőbb salakösszetételt attól függően, hogy milyen a művelet jellege és ennek milyen igényeket kell kielégítenie, valamint hogy a művelet milyen helyi viszonyok között folyik le. Például, nehezen redukálódó ércek olvasztásánál az olvasztó kemencében erősen redukáló atmoszférát kell létesíteni, ami nehezen olvadó salak előállítása mellett könnyebben valósítható meg. Cink-tartalmú ólomércek olvasztásánál a salakösszetétel megválasztása azoktól a követelményektől függ, amelyeket az olvasztás műveletéhez fűzünk. Ha azzal a céllal olvasztunk, hogy cinkvegyületet állítsunk elő és ezt a felfogott szállóporban fogjuk meg, akkor olyan salakösszetételt választunk, amelyben minél kevesebb cinkvegyület oldódik. Viszont ha a cinknek

a salakban kell maradnia, akkor olyan salakkal dolgozunk, amelyek a cinkes vegyületeket jól oldja.

A salakokat savas alkotórészüik minősége szerint osztályozva beszélünk szilikátos salakokról, vagyis szilíciumdioxidnak fénoxidokkal való olvadékáról, — ferritekről, vagyis ferrioxidnak fénoxidokkal való olvadékáról és aluminátokról, vagyis alumíniumoxidnak fénoxidokkal való olvadékáról. A színesfémek olvasztásánál előállított szilikátsalakok különböző fémek ferritjeiből és aluminátjaiból is tartalmaznak kisebb nagyobb mennyiséget.

A salakokat régebben savanyúságuk foka alapján is osztályozták. Ez az osztályozás azon az elavult értelmezésen alapszik, amely szerint a salakok nem egyebek, mint bázikus és savanyú oxidokból álló, meghatározott képlet szerint összekötött kémiai vegyületek.

A savanyúság foka néven nevezték a salakban foglalt savanyú alkotórészek (főleg  $\text{SiO}_2$ ) összes oxigéntartalmának a bázikus részek ( $\text{FeO} + \text{CaO} + \text{MgO} + \text{stb.}$ ) összes oxigéntartalmával való elosztásánál nyert hányadost ( $K$ ), tehát

$$K = \frac{\text{O}_2 \text{ a savakban}}{\text{O}_2 \text{ a bázisokban.}}$$

A savanyúság foka szerint pedig szubszilikát ( $K=0,5$ ) szingulo- vagy monoszilikát ( $K=1$ ), szeszkvizilikát ( $K=1,5$ ), biszilikát ( $K=2$ ) és triszilikát ( $K=3$ ) salakokat különböztettek meg.







**B) A gyakrabban előforduló alkotók befolyása.**

A megfelelő salaktípusnak az olvasztás számára való kiválasztásánál figyelembe kell venni a salakok fontosabb komponenseinek a salakok tulajdonságaira gyakorolt hatását.

a) A *kovasav* ( $\text{SiO}_2$ ) csökkenti a salak fajsúlyát és apasztja a kéneskönek a salakban való oldhatóságát, viszont növeli a salak viszkozitását és emeli annak olvadáspontját.

Tehát a salak  $\text{SiO}_2$ -tartalmának emelkedése megkönnyíti a salaknak a kénesköntől való elkülönülését, de csak kellő mértékű túlhevítése esetében, vagyis bizonyos mennyiségű tüzelőanyag-többlet elfogyasztása és a kemence teljesítőképességének csökkentése árán.

b) A *ferrooxid* (vasoxidul,  $\text{FeO}$ ) növeli a salak fajsúlyát és a kéneskönek (főleg a  $\text{FeS}$ -nak) a salakban való oldhatóságát, viszont a salak nyúlósságát csökkenti és általában véve leszállítja a salak olvadásának a hőfokát. A hányóra kerülő salakok közül (pl. a piritolvasztási salakokból) a vasban legdúsabbak a legnehezebbek; ezeknek a fajsúlyja és a kéneskö fajsúlyja között legkisebb a különbség és ezért, könnyű olvaszthatóságuk ellenére, nem alkalmazható ott, ahol savanyúbb salakokkal is lehet dolgozni (félpirit-olvasztás és lángkemencékben való olvasztás), mivelhogy a legkisebb rézvesztésig elérésére nem adnak módot.

c) A *kalciumoxid* ( $\text{CaO}$ ) csökkenti a salak fajsúlyát és nyúlósságát, továbbá bizonyos határok között leszállítja a salak olvadásának a hőfokát is. Rézércolvasztások esetében a kiinduló nyers ércnek kalciumoxidtartalma rendszerint nem nagy és a mészpótlás előnnyel jár, miért is azt néha kvarccal együtt adagolják (pl. a piritolvasztásnál). Ha azonban a színporban vagy az ércben elegendő kalciumoxid van ahhoz, hogy a salak legalább 5%-nyi mennyiséget tartalmazzon belőle, akkor a mészkőpótlás — rendszerint — nem jár előnnyel és csak szükség esetében kell behozni bázikus folyósítót. Jóllehet a mészkő a vasérchez képest olcsó folyósító anyag, mégsem ajánlatos a hányóra szánt salakban 25%-nál több  $\text{CaO}$ -t alkalmazni, miután a túl nagy  $\text{CaO}$ -tartalom hirtelen emeli a salakolvadás hőfokát.

Meg kell említeni, hogy egyes kohászok a mészkőnek a rézolvasztás elegyében való beadását, még a salak alacsony  $\text{CaO}$ -tartalma esetében is, főleglegesen tartják, amit részben a  $\text{MgO}$ -tartalom tesz értetetővé.

d) A *magnéziumoxid* ( $\text{MgO}$ ) a kalciumoxidhoz hasonló hatással van a salakra, de ez a hatás jóval erősebb. Ezért salakban csak kisebb  $\text{MgO}$ -tartalom kívánatos (körülbelül 3%-ig); 12%  $\text{MgO}$ -tartalomnál a salakolvadás hőfoka hirtelen felemelkedik.

e) Az *alumíniumoxid* ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) a salak összetételétől függően nagyon különbözően viselkedik. Ha a salak  $\text{ZnO}$ -t tartalmaz, az  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -nak csak igen kis mennyiségben szabad jelen lennie, mert az  $\text{Al}_2\text{O}_3$  a  $\text{ZnO}$ -dal nagyon nehezen olvadó spinellé vegyül. Az  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -nak a salakba való bevittele egyes salakoknál leszállítja az olvadáspontot, más salakoknál pedig felemeli, azonban a salak timföldtartalmának emelkedése majdnem mindig együtt jár a salakviszkozitás növekedésével, ami pedig megköveteli, hogy a salakot a rendes munka lefolytatása végett erősen túlhevítsük. Prof. Baikov véleménye szerint a salak réztartalmának csökkentése szempontjából nézve az  $\text{Al}_2\text{O}_3$  a leghatásosabb salakösszetevő; Prof. Baikov azt javasolja, hogy mennyiségét a salakokban 7—12%-os határok között kell tartani.

f) A *cinkoxid* ( $\text{ZnO}$ ) a legkárosabb szennyezője a rézércolvasztási salakoknak. A  $\text{ZnO}$  a salakok nyúlósságát tetemesen növeli és emiatt a mechanikailag elvitt kéneskőrészecskék révén a rézvesztés emelkedik. Tehát semmilyen cinktartalmú elsalakító pótlékot sem szabad alkalmazni és arra kell törekedni, hogy a kohósításhoz kerülő érc minél kevesebb cinket tartalmazzon. Ha a kiinduló anyag (érc, vagy színpor) a cinket szulfidalakban tartalmazza, akkor az a  $\text{ZnS}$  a salakban feloldódva még károsabban hat a salak tulajdonságaira, mint a  $\text{ZnO}$ . Ha tehát a  $\text{ZnS}$ -nak a nyersérből való előzetes eltávolítására (pl. valamilyen dúsítóeljárással) nincs lehetőség, akkor az ilyen ércet a cink által a salakra gyakorolt káros hatás csökkentése végett megelőzőleg pörkölésnek kell alávetni.

(Folytatjuk)

## A Kovaljov-módszer alkalmazása az alumínium elektrolízisének

BALÁZS ENDRE, a moszkvai színesfém-egyetem V. éves hallgatója

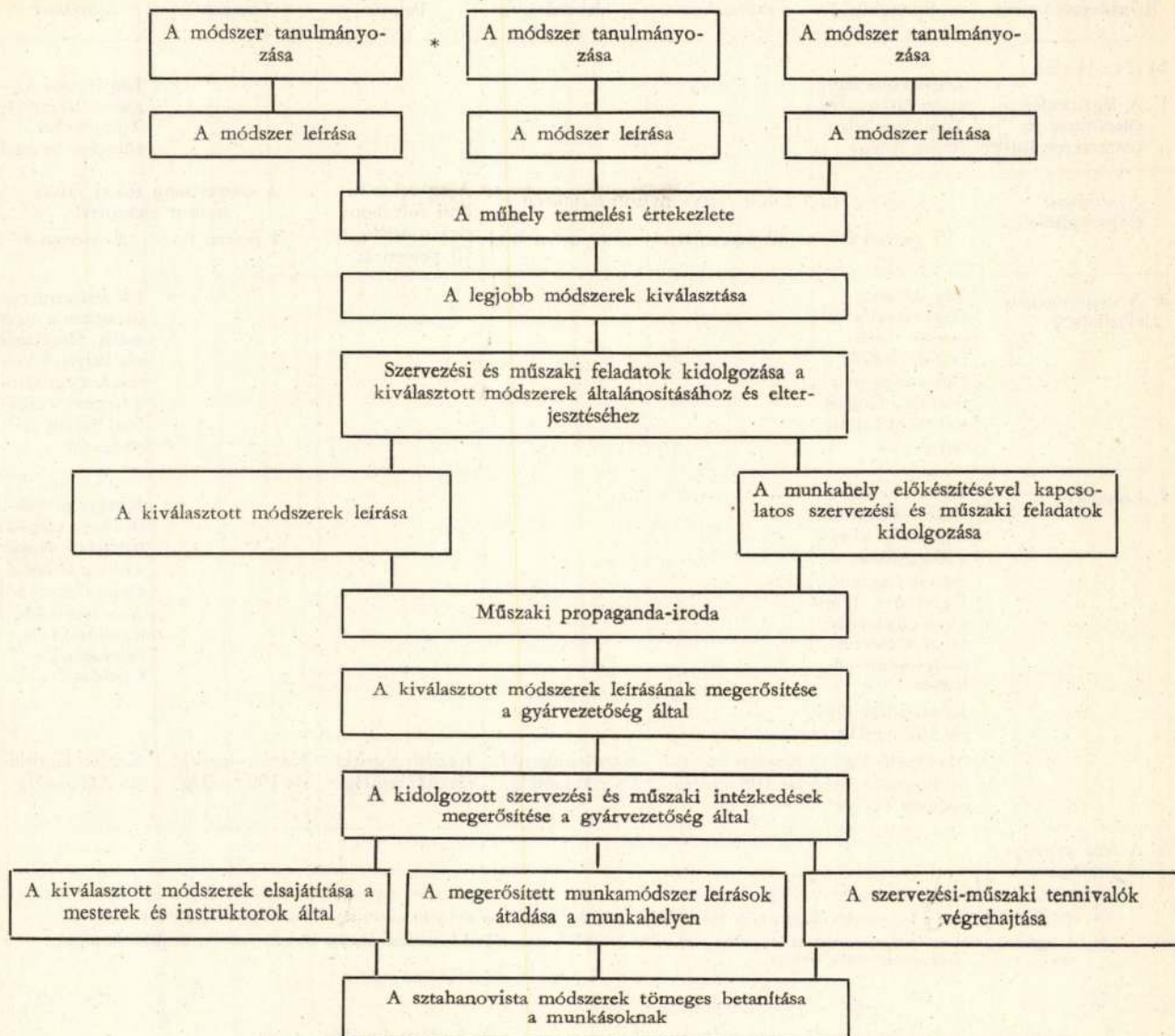
„A munka termelékenysége — ez a végső fokon a legfőbb, a legfontosabb az új társadalmi rend győzelme számára.” Leninnek ezek a szavai mutatják a munka termelékenysége emelésének jelentőségét a szocializmus országában és a szocializmus felé haladó népi demokratikus országokban. A munka termelékenységének emelésében igen nagy a szerepük a

sztahanovisták dolgozóknak. Sztálin klasszikus meghatározásából tudjuk, hogy kik a sztahanovisták — „olyan emberek, akik a saját munkájuk technikáját minden ízében elsajátították, akik a technikából a maximumot tudják kihozni”, élenjárók a termelésben, a haladás útját mutatva a többi munkásoknak. Azonban egyes sztahanovisták megszületése, kiválása a



1. ábra.

*A sztahanovista munkamódszerek elterjesztésének vázlata Kovaljov módszere szerint.*



\* Az egyes műveletek vagy részműveletek végrehajtásánál alkalmazott sztahanovista munkamódszerekről vagy munkamódszerekről van szó.

millió munkástömegek közül még nem döntő a dolgozók előtt álló feladatok megoldásában. „Valamilyen kisebb felfedezést tenni vagy észszerűsítési javaslatot leadni — ez igen fontos, de nem minden és nem is a legnehezebb” — mondja Kálinin egyik háború alatti beszédében. Később így folytatja: „Ha sikerülne felemelnünk minden munkás munkájának termelékenységét, igenis minden munkását, akárcsak 10%-ra, mennyi hasznot hozna ez az ipari termelésnek, milyen emelkedést jelentene ez!” Még élesebben látható ez a gondolat Sztálin következő szavaiból: „Egyesek rosszul dolgoznak, mások jól, harmadikak mégjobban, érd be a legjobbakat és érd el általános emelkedést!” Az általános emelkedéshez az kell, hogy a munkásság alapvető tömegei birtokukba vegyék a sztahanovisták tapasztalatait és módszereit, utóljárják őket a munka termelékenységének vonalán. Ennek a szocialista termelés növekedése és a munkához való

új viszony fejlődése által élénk állított feladatnak megoldásában igen jelentős a mérnökök, technikusok, műszaki értelmiségi dolgozók szerepe.

A szovjet műszaki értelmiség között a sztahanovista módszerek tanulmányozására és tömeges elterjesztésére megindult mozgalmat F. Kovaljov a „Proletarszkaja Pobjeda” textilgyár mérnöke kezdeményezte 1950-ben. Kovaljov mérnök módszerét ma a Szovjetunióban az ipar legkülönbözőbb ágaiban alkalmazzák, így az alumínium-kohászatnál is.

A Kovaljov-módszer lényege: A legjobb, sztahanovista munkamódszerek tanulmányozása, általánosítása és tömeges elterjesztése az ipar megfelelő ágában. Az 1. ábra mutatja a módszer gyakorlati keresztülviteléhez szükséges lépések és intézkedések vázlatát.

Nézzünk meg egy konkrét példát a Kovaljov-féle módszer alkalmazására az alumínium elektrolízisének.



1. TÁBLÁZAT

*Egyes brigádok munkájának jellegzetességei a fémcsapolásnál egy szovjet alumíniumkohóban*

Brigádvezető neve	Szamokin	Permjakov	Haberdajev	Petrov	Cvetkov	Zürjakov
Műveletek:						
1. A légritkulás ellenőrzése az összeszerelt üstben	Légritkulás legalább 210 mmHg. Tömítések ellenőrzése lánggal					Légritkulás legalább 210 mmHg. Tömítéseket ellenőrzi lánggal
2. A szívócső előmelegítése	A csövet láng fölött tartva nyitott ejektorral 27 percen át      30 percen át      30 percen át			A csöveket leönti folyékony elektrolittal 15 percen át	A csövet láng fölött tartva nyitott ejektorral 24 percen át      20 percen át	
3. A csapolótégely elhelyezése	Vigyáz arra, hogy ne érintsen pozitív töltést (anód, tűskék). Előzetesen megtisztítja a fenéket a timföld kriolit tapadéktól					Előzetesen meghatározza a maximális fémmagasság helyét. Előzetesen megtisztítja a fenéket a timföld kriolit tapadéktól
4. Csapolás	Kimeri az elektrolitot a csapolótégelyből, kimeri a hideg fémeket a csapolótégelyből. Ügyel arra, hogy a cső emelkedési szöge a vízszinteshez minimális legyen. Kezdeti légritkítás 192 mmHg. Maximális légritkításcsökkentés csapolás végére**	Kezdeti légritkítás 198 mmHg.	Kezdeti légritkítás 205 mmHg.	Kezdeti légritkítás 200 mmHg.	Kezdeti légritkítás 199 mmHg.	Kimeri az elektrolitot a csapolótégelyből. Kimeri a hideg fémeket a csapolótégelyből. A csövet a lehető legmélyebben beleereszti a tégelybe  Kezdeti légritkítás 203 mmHg.
5. A fém átöntése az öntőüstbe						

\* Elvetve, mert habár a legkevesebb ideig tart, de technikailag veszélyes, csökken az elektrolit mennyisége a kádban, szennyeződik a munkahely.

\*\* A légritkítás csökkentése igen fontos, ha az anódot nem tudják megfelelő gyorsasággal leereszteni a csapolás közben, továbbá, ha elektrolit jelenik meg az üstben, vagy fennáll ennek veszélye.

*A vakuum-üstös fémcsapolás tanulmányozása egy szovjet alumíniumkohászati üzemben Kovaljov módszerével.*

„Az alumíniumcsapolásra használt vakuum öntőüst jól záródó fedéllel ellátott közönséges üst, melybe könyökcsővet helyeznek. A cső másik végét az olvasztott fémbe merítik egészen a kád fenekéig. Az üstben légritkítást hoznak létre, melynek segítségével a fémeket a csövön keresztül az üstbe csapolják.” (Bjel-jajev: Könnyűfémek kohászata, 1950. 245. old.) Légritkítás létesíthető vákuumszivattyúval vagy — mint az adott példánál is — sűrített levegővel és ejektorral.

A gyakorlatban a csapolásnál bizonyos nehézségek merültek fel, a csapolócső gyakran eltömődött, a fém átfolyása az üstbe megszakadt. A műszaki személyzet megállapította, hogy ennek az oka főleg a fém kis sebessége a csőben, ami a nem elégséges légritkítás következménye. Ilyenkor a fém könnyen megdermed a csőben. Jelentőségük van még a következő tényezőknek:

az összeszerakott vakuum-üst tömítéseinek minősége,

a cső előmelegítési foka,  
a csapolandó kád fenekének állapota,  
a csőbe belépő fém hőfoka,  
stb., stb.

Hat — különböző sikerrel dolgozó — csapolóbrigád munkáját vetették gondos időelemzéses tanulmányozás alá. A csapolást a következő műveletekre bontották fel:

1. A légritkulás ellenőrzése az összerakott üstben.
2. A szívócső előmelegítése.
3. A csapolótégely elhelyezése.
4. Csapolás.
5. A fém átöntése az öntőüstbe.

Az 1. táblázat mutatja az egyes brigádok munkájának jellegzetességeit a csapolás különböző műveleteinél.

A csapolásra a legkevesebb időt Szamokin brigádja fordította. A csapolás idejének megoszlását a különböző részműveletekre ennél a brigádnál a 2. táblázatból láthatjuk.



2. TÁBLÁZAT

*A csapolás idejének megoszlása Szamokin brigádjában*

Rész műveletek	időtartam
1. Az üst előkészítése a csapolásra .....	3'
2. A szívócső felerősítése .....	3'
3. A csapolótengely helyének kiválasztása ..	1' 4"
4. A kádfelek megtisztítása a tapadéktól ...	4'
5. A csapolótengely behelyezése .....	2' 42"
6. A vacuum üst elhelyezése a kád mellett .	55"
7. A légvezeték felerősítése .....	28"
8. Az öntőnyílás lezárása .....	7"
9. Csapolás és feszültség szabályozás .....	4' 38"
10. A fém ellenőrzése az üstben .....	21"
11. A légvezeték levezetése és a vacuumfüst elszállítása .....	1' 38"
12. A fém átöntése az öntőüstbe .....	3'
13. A salak levétele a fém felszínéről .....	3' 14"
Összesen :	28' 10"

Az egyes brigádok legjobb munkamódszerei és a műszaki személyzet tapasztalata alapján állították össze a fémcsapolás új technológiai szabályzatát a csapoló-brigádok számára. A szabályzat többek között előírja, hogy:

— a szívócső összerakását és felerősítését az ügyeletes lakatos végzi a csapolók jelenlétében,

— az összeszerelés minősége ejektor segítségével legalább 210 Hg légritkításra ellenőrizendő teljesen elzárt szívócsővel.

— a szívócső a kéreg alól feltörő lángok gázai-val vagy a beállított csapolótégely fölötti tér levegő-jével melegítendő elő. Az előmelegítés időtartama 30 perc,

— csapolás előtt a csapolás helyén a kádfeleket gondosan meg kell tisztítani a tapadéktól,

— a beállított csapolótégelynek nem szabad az anóddal vagy a tűskékkel érintkeznie,

— ki kell merni a csapolótégelyből az elektroli-tot, továbbá a fémét a csapolótégely teljes felmelegedéséig, úgyhogy a téglében levő fém hőfoka megközelítse a kádban levő fémét.

— a szívócső végének távolsága a csapolótégely fenekétől legfeljebb 10 cm lehet,

— biztosítani kell a szívócső minimális hajlás-szögét a vízszinteshez,

— csapolás közben a légritkítás nem lehet keve-sebb, mint 210 mm Hg,

— ha a fém ömlése a csapolótégelybe meglassul, vagy elektroliittal keverve jelenik meg, vagy ha a kádfeszültség hirtelen nő, a légritkulást 180—170 mm Hg-ig kell csökkenteni,

— anódeffektus keletkezésekor a csapolás azon-nal megszüntetendő,

— a légvezetékben (sűrített levegő) legalább 4 atm. nyomás tartandó fenn, stb., stb.

A Kovaljov-módszer alkalmazásával többek kö-zött sikerült kiküszöbölni az anódok káros elcsúszását az anódkeret felemelésekor, jelentősen csökkentették az anódeffektusok megszüntetésére és a kádak meg-munkálására szükséges időt, megállapították a csa-polás előtti és utáni optimális fémmagasságot a kád-ban, egész sor változtatást eszközöltek a technológiai szabályzatban, melyek az áramforrások és az ener-giafelhasználás további emeléséhez, a munka jobb megszervezéséhez, megkönnyítéséhez vezettek. A meg-változtatott vagy teljesen újjáírt technológiai előírá-sok gyakorlati elsajátítása a munka termelékenységé-nek növelését, a munkaerőszükséglet és ezzel a mun-kabéralap csökkenését, tehát erről az oldalról is az önköltségsökkenést vonta maga után.

Bizonyos, hogy a Kovaljov-féle módszer, melyet a Szovjetunió alumíniumkohászati üzeimeiben sikere-sen alkalmaznak, a mi alumíniumkohászati üzeimeink-ben is szélesben el fog terjedni.

## Az Akadémiai Fémbizottság egy évi munkájának ismertetése

Dr. DOMONY ANDRÁS, az Akadémiai Fémbizottság titkára

A Magyar Tudományos Akadémia dr. Geleji Sán-dor akadémikus vezetésével 1951. február 6-án az iparág elméleti és gyakorlati szakembereinek bevoná-sával életre hívta alumíniumiparunk tudományos és gyakorlati kérdéseivel foglalkozó legfelsőbb szervét: az *Akadémiai Bauxit- és Alumínium Bizottságot*.

Az alakuló ülésen a Bizottság célkitűzését dr. Geleji Sándor, a bizottság elnöke, a következőkben vázolta:

„A Bizottság célja a hazai bauxit- és alumínium-ipar rendkívül szétágazó és komplex kérdéseit össze-fogni. Ezen túlmenően irányt kell szabni a magyar bauxitkincs minél eredményesebb felhasználása érde-kében. A Bizottság feladatai közé tartozik továbbá az iparággal kapcsolatos kutatásoknak a népgazdaság követelményeinek megfelelő elvi irányítása és koor-dinálása. Utat kell mutatni az iparfejlesztési terv ke-reten belül az iparág továbbfejlődése számára. Irá-nyítani kell az iparág problémáival foglalkozó kutató intézetek eredményeinek minél gyorsabb és eredmé-nyesebb ipari megvalósítását.”

A célkitűzésnek megfelelő nagy problémakör eredményes kimunkálása érdekében a részletmunkák szakmai albizottságokban folytak. A 8—15 főből álló albizottságokban a gyáraknak és a kutató intézetek-nek legjobb szakemberei vesznek részt, akiknek szo-ros együttműködése az Akadémia által jelzett célki-tűzések eredményes végrehajtását teszi lehetővé.

Körülbelül féleves eredményes munka után az Akadémia vezetősége a Bizottság munkaterületét ki-szélesítette. Az *Állandó Akadémiai Fémbizottságnak* 1951. szeptember 18-án történt életrehívása alkalmá-val a bauxit-alumíniumipar előbb vázolt problémáin kívül az újonnan alakult Bizottság hatáskörébe utal-ták az összes színesfém, tehát a vas kivételével, min-den fém — kohászatával, előállításával és megmun-kálásával kapcsolatos kérdéseket. A Bizottságnak, mint Állandó Akadémia Bizottságnak feladatává tet-ték továbbá a következő funkciók ellátását:

a) Az iparág tudományos perspektivikus tervé-nek kidolgozása.



- b) A könnyű- és színesfém problémákkal foglalkozó tudományos intézetek tematikájának felülvizsgálása, koordinálása és ellenőrzése.
- c) Az egyes iparági tudományos problémák rangsorolása, beosztása és ütemezése.
- d) A tudományos eredmények gyakorlati megvalósításának szorgalmazása.
- e) Az iparágat érdeklő tudományos könyvkiadási program kidolgozása.
- f) A Bizottság felügyelete alá tartozó kutató intézeteknél és laboratóriumokban dolgozó aspiránsok és akadémiai ösztöndíjasok munkáinak ellenőrzése.
- g) A tudományos intézetekben és az iparágban dolgozó káderek tudományos munkásságának figyelemmel kísérése.
- h) Az iparágat érdeklő, akadémiai nivójú tudományos előadássorozatok rendezése, az akadémiai folyóiratoknak megfelelő nivójú cikkekkel való ellátása.
- j) A Bányászati és Kohászati Egyesület fémkohászati szakosztálya tudományos munkájának elvi irányítása és ellenőrzése.

Az Akadémiai Bizottság hatáskörét az alant felsorolt Intézetekre terjesztette ki:

Fémkohászati Tanszék, Sopron.

Fémipari Kutató Intézet, Budapest.

Fémtechnológiai Tanszék, Sopron.

Mechanikai Technológiai Intézet, Budapest.

Eötvös Loránd Tud. Egy. Általános Kémiai Intézet fémkutató részlege.

Az Akadémiai Fémbizottság munkájának egyik legfontosabb része az iparág öt éves kutatási tervének kidolgozása és a felmerülő problémáknak a népgazdaság szükségleteinek megfelelő rangsorolása volt.

A Fémbizottság és az albizottságok az egy évi munkát 10 főbizottsági és 29 albizottsági ülésen, valamint több ipari kiszállás alkalmával végezték.

A Fémbizottság, valamint a legjobban működő albizottsága — a titán-vanádium kérdéseivel foglalkozó albizottság — jó munkájáért az Akadémia vezetőségétől több ízben jegyzőkönyvi elismerést és dicséretet kapott.

A Fémbizottság és albizottságai ezt az eredményes munkát csak azzal tudták elérni, hogy a vállalatok munkavállalóival állandóan a legszorosabb érintkezést tartották fenn, számos alkalommal kiszálltak a helyszínre és ott az üzem dolgozóival tanácskoztak. A bizottságok a kísérleteket és üzemi munkálatokat nemcsak beindították és felülről irányították, hanem a végrehajtásban is gyakran tevékenyen részt vettek.

Az 1951. évi munkák beszámolójaként a Fémbizottság a múlt év végén tartott Akadémiai Nagyhat keretén belül önálló fémkohászati előadássorozatot rendezett. A nyolc előadás sikere és annak visszhangja, a nagyhatén részt vett külföldi tudósok kritikája azt igazolta, hogy fémkohászatunk — melynek vezetését éppen az Akadémiai Fémbizottság van hivatva képviselni — teljesíteni fogja azokat a szép és nagy feladatokat, amelyeket a népi demokrácia fémiparunk fejlesztése érdekében tőle vár.

## Szakosztályi hírek

1952. március 18-án a fémkohászati szakosztály vezetőisége ülést tartott, amelynek lefolytatásáról és határozatairól az alábbiakat közöljük:

Az ülésen megjelentek a vezetőség tagjai közül: Jakoby László, dr. Dobos György, Sereg György, dr. Lányi Béla, dr. Domony András, Szakál Pál, Szölgényi Pál, Kutas Andor.

Vendégként résztvettek a Mérnöktovábbképző Intézet részéről Talyigás Ferenc és Hidas Dezső, a szakosztályi tagok közül Lajta Frigyes, Köves Elemér, Romwarter Alfréd. Kimentette magát Garay László és Gerencsér József.

A vezetőségi ülés napirendjén a fémkohászatban dolgozó mérnökök továbbképzésével kapcsolatos kérdések és a szakosztály aktuális ügyeinek megvitatása szerepelt.

A mérnöktovábbképzés kérdésében a vezetőség az alábbi határozatot hozta a Mérnöktovábbképző Intézet jelenlévő képviselőivel egyetértésben:

A mérnöktovábbképzés tematikájának összeállításánál figyelembe veendő az a szempont, hogy az 1951–52. tanévben alkalmazott gyakorlattal ellentétben, fokozottabb súlyt kell helyezni az alaptárgyak oktatására és mérnökeink az alaptárgyakban jelentkező tudásának elmélyítésére. Változatlan formában tovább is foglalkozni kell a szorosan vett szakmai területen elért eredmények megismertetésével, és pedig olyan formában, hogy egy-egy témakör legaktuálisabb részletét kiragadva szerveztessenek meg az előadások. Szükséges, hogy az ezen tárgykörben tartott előadások tematikája tervszerűen felépített legyen és így mérnökeink a szakterületükön jelentkező fejlődésről évről-évre folyamatos tájékoztatást nyerjenek.

Felvetődött az a gondolat is, hogy a szakma vezető műszaki dolgozói részére speciális előadások volnának szervezendők, amelyek különösen a határterületeken jelentkező újabb műszaki és tudományos eredményeket és elméleteket volnának hivatva megismertetni.

A tanfolyamok gyakorlati lebonyolítására vonatkozóan az alábbi határozatok születtek a szakosztály vezetőisége, a Mérnöktovábbképző Intézet és a BEM Színesfémipari főosztállyal egyetértésben:

Az 1952–53. tanévben a színesfémipar területén a mérnöktovábbképzés négy szakosztályban fog lebonyolódni, és pedig:

timföldgyártás,  
alumíniumkohászat,  
fémföldgyártmányok technológiája,  
színesfémkohászat.

Az egyes tanfolyamok alaptárgyak és szaktárgyak oktatásából fognak összetevődni. A tanfolyamok előadási ideje egyenként 12 óra, azonban az előadásokkal egyidőben az előadások anyagánál lényegesen bőségesebb jegyzetek kerülnek kibocsátásra. A hallgatók az előadások, valamint a jegyzetek anyagát a tanév folyamán 6 konferencia keretén belül közösen dolgozzák fel.

Az előadások időtartamának aránylag jelentős csökkentését az a körülmény indokolja, hogy a jelenleginél sokkal nagyobb mértékben óhajtnak a fentvázolt szervezés segítségével egyéni tanulási formájában vidéki mérnök kartársainkat a továbbképzésbe bevonni.

Természetszerűen a konferenciákat Budapesten tartanánk meg, amennyiben egy szakmai ágon belül szükséges, több csoportban. A tanfolyamon résztvevők részére a 6 konferencián való részvétel lehetőségét a BEM Színesfémipari főosztálya biztosítja.



A fémkohászati szakosztály vezetősége vállalta, hogy a fentvázolt tananyag tematikáját f. év április 4-ig a Mérnök-továbbképző Intézet rendelkezésére bocsátja.

Ugyancsak vállalta a szakosztály vezetősége, hogy a fenti időpontra megteszi javaslatait az előadókra vonatkozóan.

A jegyzeteknek a hallgatók részére történő sokszorosítása érdekében szükséges, hogy a fenti módon megszerkesztett tanfolyamjegyzet anyagát az előadók mindenkor 6 héttel az előadásuk megtartása előtt a Mérnök-továbbképző Intézet rendelkezésére bocsássák.

Megállapodás történt a Mérnök-továbbképző Intézet vezetőségével arra vonatkozóan, hogy az alumíniumkohászatban dolgozó elektromos szakzemélyzet továbbképzése az egyéb tagozatokon belül rendezendő tanfolyam keretén belül oldódik meg, a fémkohászatban dolgozók részére azonban a vastestű egyenirányítókkal foglalkozó tanfolyamon belül néhány speciális előadási órát biztosítanak.

A szakosztály aktivitására vonatkozóan a vezetőség megállapította, hogy egyrészt a szakosztály vezetésében beállott lanyhulás, másrészt a Vegyész Kongresszus és az Egyesületi Kongresszus előkészítésével kapcsolatos túlmunkák miatt a szakosztályi életben visszaesés állott be. Ennek kiküszöbölésére az alábbi határozatokat hozta a vezetőség:

A jövőben a vezetőség rendszeresen havi két ülést tart, amelyre meghívók bocsátandók ki és jegyzőkönyv készíthető.

A vezetőségi ülés a jövőben rendszeresen foglalkozni az egyes reszortfelelősök munkájával. Ennek megfelelően az április 1-i vezetőségi ülésen a sajtófelelős munkájával és az előadás-felelős munkájával foglalkozni.

A sajtómunka megjavítása érdekében a vezetőség elhatározta, hogy III. 26-án, szerdán, d. u. 1/2 órára a sajtóaktívát összehívja.

Az ápr. 1-i vezetőségi ülést követő ülésen a vezetőség a szovjet anyag-felelős, az oktatási felelős és a munkabizottsági felelős munkájával foglalkozni.

## Könyvismertetés

**Dr. Geleji Sándor: „Színesfémek félgyártmányainak technológiája” c. könyvéről** (Akadémiai Könyvkiadó 1952)

Ez a most megjelent könyv nemcsak a fémipari szakemberek részére nagy jelentőségű, hanem a könyv tárgyánál, az anyag tárgyalási módjánál fogva az egész műszaki élet részére alapvető mű.

Dr. Geleji Sándor professzor ebben a könyvében az 1949. évben megtartott, színesfémek technológiáját tárgyaló Mérnök Továbbképző előadássorozat anyagát gyűjtötte össze. Az egyes előadásokat az elmélet és a gyakorlat terén kiváló szakemberek tartották. A most megjelent „Színesfémek félgyártmányainak technológiája” című könyv folytatását képezi az 1950. évben dr. Geleji Sándor professzor által összeállított „Alumínium Kézikönyv” című műnek, amelyet az 1948. évi mérnök továbbképző tanfolyam előadássorozat anyagából állított össze.

Mindkét mű, amelyek ma a színesfémekkel foglalkozó szakemberek részére nélkülözhetetlen kézikönyvek, azt bizonyítják, hogy a helyes tematikával megválasztott Mérnöki Továbbképző Intézet előadássorozatának megfelelő szerző által tárgyalta, nagy tudással összeállított anyaga műszaki életünk alapvető könyveivé válik.

A most megjelent „Színesfémek félgyártmányainak technológiája” c. könyv 14 fejezetben azokat a technológiai folyamatokat tárgyalja, amelyeknek ismerete a színesfémekkel foglalkozó szakemberek részére nélkülözhetetlen.

Az 1. fejezet (Skriba Zoltán) a színesfém nyersanyagok és félgyártmányok minőségi jellemzőit és a legfontosabb anyagszabványok csoportosítását tárgyalja.

A 2. fejezet (Réti Pál) ismerteti a színesfémek mechanikai és technológiai tulajdonságait. Attekinthető csoportosításban kitér az egyes legfontosabb színesfémek mechanikai és fizikai tulajdonságainak ismertetésére.

A 3. fejezet (Schey János) a színesfém öntődék olvasztó berendezéseinek leírásával foglalkozik. Részletesen kitér a legfontosabb színesfém: a réz olvasztásánál figyelembe veendő üzemi körülményekre.

A 4. fejezet (Bella Ede) a színesfém hengerlési és a sajtólási tömbök öntésének ismertetése alkalmával kiváló összeállításban a gyakorlati életből merített nagy tudással foglalja össze mindazokat a teendőket, amelyek a megfelelő minőségű, és hibátlan félgyártmánygyártás alapelvei.

Az 5. fejezet (Solti Márton) a színesfémek alakos öntése című részben megfelelő csoportosításban számos gyakorlati tanáccsal írja le a nehézfémtöntés sokszor igen bonyolult, nagy szaktudást igénylő műveletét.

A 6. fejezet (Verő József) színesfémek olvasztásának és öntésének metallográfiai vonatkozásainak tárgyalásánál igen jó összefoglalást és áttekintést ad azokról a folyamatokról, amelyek a réz és ötvözetek technológiai feldolgozásánál számbajöhetnek.

A 7. fejezet (dr. Geleji Sándor) a színesfémek képlékeny alakításáról az első magyar nyelvű átfogó ismertetés, amely a színesfémek hengerlésével, sajtolásával, drót-, cső- és rúdhúzásával foglalkozik. Erre a munkára annál is inkább szükség volt, mert a nehézfémek technológiáját ismertető irodalmi adatok még a külföldi szakajtóban is csak igen hiányosan találhatók.

A 8. fejezet (dr. Verő József) a színesfémek képlékeny alakításának metallográfiai vonatkozásairól az előző fejezetben tárgyalt technológiai folyamatoknál felépő alakváltozások problémáit elméleti síkon egészíti ki. A fejezetben taglalt szempontok a fémegmunkálás igen bonyolult folyamatának alapvető részleteit ismertetik.

A 9., 10. fejezetben (Köves Elemér) a színesfém félgyártmány gyártásánál használatos hőkezelő kemencéket és a színesfémek pácolásával kapcsolatos gyakorlati tudnivalókat rövid, jó összefoglalásban ismerteti.

A 11. fejezet (dr. Hajtó Nándor) „Alakított fémek belső feszültsége” című részben a színesfém félgyártmányok technológiájának gyakorlati szempontból fontos részét tárgyalja.

A 12. fejezet (Széki Pálma) a fémek korrozója című fejezetben összefoglalja a színesfémek korrozíós viselkedésével kapcsolatos elméleti és gyakorlati kérdéseket, a felvetett problémákat egy-egy jól kiválasztott példával szemlélteti.

A 13. fejezet (Heeringer József) a színesfémek villamos vezetőképségeinek tárgyalásánál röviden ismerteti a legújabb vezetőképségi elméleteket, majd az egyes színesfémek villamos vezetőképségével kapcsolatos kérdéseket részleteiben tárgyalja.

A 14. fejezet (Pogány Miklós) „Színesfémek hegesztése és forrasztása” címen röviden, de áttekintő ismertetést nyújt a színesfémek összeerősítésével kapcsolatos kérdésekről.

Külön kiemelendő a szerkesztő nagy munkája, ennek köszönhető, hogy a könyv tömören, átfedésmentesen tárgyalja a hatalmas anyagot. A könyv értékét a betűrendes tárgy- és névmutató erősen emeli.

A könyv egyetlen hiánya, hogy az egyes fejezetek nem tárgyalják olyan részletesen az általuk felvetett kérdéseket, amint azt a témákkal kapcsolatosan felébresztett érdeklődés megkívánja. Ezt a hiányt azonban a második bővített kiadás, amelyre, véleményünk szerint, rövid időn belül sor fog kerülni, biztosan pótolni fogja.

Ezzel a könyvvel megindult a színesfém félgyártmányok technológiájának hazai műszaki irodalma és reméljük, hogy ezt a korszakalkotó kiadványt még sok, tartalommal, nivóban és kiállításban hasonló mű fogja követni.

Az Akadémiai Könyvkiadó munkája szintén dicséretet érdemel, mert a könyv kiállítása, a rajzok és képek kifogástalan reprodukciója igen gondos és alapos munkát bizonnyít.

*Dr. Domony András*



## Megalakult a Felületkezelési Tanácsadó Szolgálat!

A Kohó- és Gépipari Minisztérium rendeletére a Fémipari Kutató Intézet, a Nehézvegyipari Kutató Intézet (Veszprém), a Műszaki Egyetem Elektrokémiai Tanszéke, valamint a Rákosi Mátyás Művek szakértőiből megalakult a *Korrózióvédelmi és Felületkezelési Tanácsadó Szolgálat*.

### A Tanácsadó Szolgálat célja:

A szovjet és cseh korrózió kutató intézetek service szolgálatának példájára az üzemeknek fémfelületkezelési és korróziós problémáik megoldásához segítséget nyújtani, és a mindenkori anyaggyártási helyzetnek megfelelően a legidősebb felületkezelési és korrózióvédelmi eljárásoknak az üzemekben történő bevezetését előmozdítani.

### Munkaköre:

kiterjed mindarra, ami tanácsadó munkájának elősegítéséhez, rendszerezéséhez vagy megszervezéséhez szükséges.

- Tanácsadás:** Tanácsadás a hatóságok és az üzemek részére, a mindenkori adott körülményeknek legmegfelelőbb eljárások bevezetésére, a meglévő eljárások javítása, munkamenetek tökéletesítése, stb.
- Tapasztalatgyűjtés:** Figyelemmel kíséri az

egyes üzemekben alkalmazott eljárásokkal szerzett tapasztalatokat és ezeket a további tanácsadás fejlesztése érdekében rendszerezi.

- Kísérleti munka:** Amennyiben a tanácsadási munkákkal kapcsolatosan kísérletek lefolytatása válik szükségessé, a Tanácsadói Szolgálat felkérésére mód nyílik arra, hogy a kísérleti munkák a különböző kutató intézeteknél elvégeztessenek.

A Tanácsadói Szolgálat irányítását a Kohó- és Gépipari Minisztérium Műszaki Fejlesztési Főosztálya által életrehívott Korrózióvédelmi és Felületkezelési Csúcsbizottság végzi.

A Tanácsadói Szolgálat székhelye: Budapest, V., Sas-utca 11. (Fémipari Kutató Intézet Bemutató Műhelye.)

A Tanácsadói Szolgálat a korrózióvédelem és felületkezelés terén felmerülő problémák megoldásánál az érdekelt üzemeknek *ellenszolgáltatás nélkül* rendelkezésre áll.

A Tanácsadói Szolgálat műszaki vezetője: Dr. Kovács Klára, aki csütörtökön, pénteken és szombaton a Tanácsadói Szolgálat helyiségében tartózkodik.

A Tanácsadói Szolgálat szakemberek bevonásával megfelelő szakértői hálózatot fog kiépíteni.

## Egyesületi hírek

1952. április 16-án újjáalakult a fémkohászati szakosztály ajkai csoportja. Az ajkai tagság megválasztotta elnöknek dr. Marschek Zoltánt és titkárnak Lomniczy Dezsőt. Lomniczy Dezső megválasztásakor hangsúlyozta az egyesület célkitűzéseit és rámutatott arra, hogy a vidéki tagság nagy része csak a lapon keresztül tartott eddig kapcsolatot az egyesülettel. A helyi csoportok alakulásával helyi munkabizottságok szervezésével, előadások tartásával kívánják emelni a tagok műszaki tudásának színvonalát. Az egyesület célja, hogy a tudományos munkát jobban összekapcsolja a gyakorlati munkával és a tagokat megismertesse az új haladó technikával.

A feladatok végrehajtásához szükséges politikai feltételeket biztosította Pártunk bölcs vezetése. Népi demokráciánk nagymértékben támogatja műszaki tudományos egyesületünket, hogy ezen keresztül a műszaki dolgozók bátor kezdeményezéseit előbbre vigye.

Az ajkai egyesületi csoport munkatervét ismertetve Lomniczy Dezső bejelentette, hogy május hónapban dr. Marschek Zoltán előadást fog tartani a Szovjetunióban szerzett tapasztalatairól a timföldgyártás területén.

Havonta kétszer a csoport klubnapot tart. Az első klubnapot IV. 23-án meg is tartották. Továbbá bejelentette egy munkabizottság megalakulását, melynek témája az alumínium klórozással való tisztítása. A munkabizottság tagjai: Máriássy Mihály, Sejteri Vjekoszlav, Harmath János, Koloszar József, valamint a Székesfehérvári Hengerműből Egerszegi János. Az ajkai csoport tudományos kapcsolatot kíván kiépíteni a veszprémi Nehézvegyipari Műegyetemmel, a veszprémi Kutatóintézettel és a soproni Műegyetem fémkohászati tanszékével. Ezen intézményekkel a kölcsönös segélynyújtásra és tapasztalatcserére szocialista szerződést kíván kötni az ajkai csoport. Május hónapban az ajkai csoport egy kirándulást vett tervbe a veszprémi Olaj és Földgázkutató Intézetbe. A csoporton belül felelőst állítottak be a műszaki dokumentációs munkára.

Gerencsér József az egyesület központi kiküldöttje megtartotta Garai László „Hazai fémkohászat kiépítésének lehetőségei” című előadását. Az előadást élénk vita követte, melynek során hozzászólt Máriássy Mihály, Marschek Zoltán dr., Geröcs Gyula, Leel-Össy Attila, Szilvássy Zoltán és Lomniczy Dezső.

A vállalatvezetőség részéről Naszody Ferenc igazgató üdvözölte az egyesület ajkai csoportjának megalakulását.

## ALUMÍNIUM

Felelős szerkesztő: Vajk Péter. — Felelős kiadó: A Nehézipari Könyv- és Folyóiratkiadó Vállalat Vezérigazgatója  
Megjelenik: 350 pld.-ban. Szerkesztőség: V., Szalay-utca 4. Telefon: 129-699.

Budapesti Szikra Nyomda, V., Honvéd-utca 10. — Felelős vezető: Radnóti Károly.



# ALUMINIUM

AZ ŐRSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET FÉMKOHÁSZATI SZAKOSZTÁLYA  
ÉS A FÉMIPARI KUTATÓ INTÉZET FOLYÓIRATA

IV. évfolyam

6. szám

## A Fémipari Kutató Intézet közleményei

46—47 sz.

### Kikeverési kísérletek timföldgyári Lurgi-porral

DR. MAGYAROSY ISTVÁN — MOLNÁR JÁNOS

#### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основе экспериментальных результатов Ф. Ф. Вольфа, С. И. Кузнецова и О. В. Серебrenникова, а также принимая во внимание предложение Др. Леб Антала, заводские эксперименты выполнены метанием при введении глинозема „Лурчи“ показывают, что увеличением полезного объема можно повышать производство глиноземного гидрата.

#### SUMMARY

Investigations based on the researches of F. F. Wolf Kuznezov S. I. — Serebrennikova O. V. and the suggestions of Dr. Antony Lőb are showing, that increasing the useful volume by adding of very fine granular alumina powder from electrofilter during stirring, the alumina hydrate production might be increased too.

#### ZUSAMMENFASSUNG

Auf Grund der Untersuchungen von F. F. Wolf Kuznezov S. I. — Serebrennikova O. V. sowie eines Vorschlages von Dr. Anton Lőb durchgeführten Impfversuche mittels Elektrofilter-Tonerdestaub beim Ausrühren von Aluminatlaugeen zeigten, dass wegen Vergrößerung des nutzbaren Rauminhaltes die Tonerdehydrat Erzeugung vergrößert werden kann.

A felemelt Ötéves Terv célkitűzései között szerepel nehézszerkezetiparunk nagyarányú fejlesztése. Ennek a feladatnak elérése érdekében Intézetünk Vegyészeti Osztálya olyan kísérlet-sorozat elvégzését határozta el laboratóriumi és üzemi méretekben, amely a timföldhidrát termelésének mennyiségét van hivatva biztosítani oly módon, hogy a rendelkezésre álló berendezéssel — beruházási költségek nélkül — több timföldhidrát legyen előállítható.

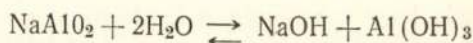
A feladat elvégzéséhez alapul szolgáltak F. F. Wolf-Kuznezov Sz. I.—Serebrennikova O. V. „Aluminát-oldatok bomlásának meggyorsítása alumínium-sók segítségével“ című munkájának kísérleti eredményei, valamint dr. Lőb Antal vegyész-mérnök, ugyanilyen vonatkozású, bejelentett újítása.

Mint ismeretes, az alumíniumhidrát, illetve a timföld előállítása ma még a Bayer-féle nedveslúgos eljárás alapján történik és ugyancsak Bayer szabadalma alapján „kikeveréssel“ állítják elő a timföldhidrát nagy részét. Eddig ez az eljárás jelentette a legnagyobb előrehaladást a timföld-előállítás technikájában. Elterjedésének oka főleg az, hogy a kapott

nagytisztaságú timföldből, az igényeknek megfelelő fémalumínium állítható elő.

A timföldhidrát lúgos eljárással történő előállításánál lényeges az aluminátlúg képződése, megfelelő minőségű bauxit-, vagy ebből termikus kezeléssel nyert félgyártmányok autoklávban történő feltárása révén. Az ilyen módon keletkezett Bayer-féle bontási folyamathoz használatos alumíniumoldatok e folyamat hőmérsékleti viszonyai között metastabil, hidrargillitre nézve túltelített oldatokat képeznek. Ez abból az ismeretes tényből következik, hogy ezek az oldatok állás közben spontán bomlanak és állandó hőmérsékleten egyensúlyi rendszerre alakulnak át. Az egyensúlyi állapot elérése után bizonyos diszperzitásfokkal bíró hidrargillit csapadékból és határozott összetételű aluminát anyalúg-oldatból állanak. Az aluminát oldatok önbomlását tette használhatóvá, és a gyártás nehézségeit is megoldotta Bayer.

Fizikai-kémiai szempontból a metastabil, hidrargillitre nézve túltelített aluminátoldatok bomlásmechanismusa mindmáig még nem egészen tisztázott művelet. Nem kétséges azonban, hogy a folyamat fő mozgató ereje az aluminátoldatok hidrolízise, amely kristályos alumíniumhidroxid csapadék képződéséhez vezet. Az aluminátoldatok valószínűleg az egybázisú metaalumíniumsav sóinak oldatai, amely utóbbi gyenge savassága következtében hidrolizál, kristályos alumíniumhidroxidot választva ki.



Az aluminátlúg természetére, minden vonatkozásában a kutatók még nem találták meg a végleges közös szempontokat, de egyik sem állítja, mintha az aluminátlúgok tiszta kolloid-rendszert alkotnának, valószínűleg az aluminátsav sójának valódi oldatai, ennek felel meg az aluminátlúgok viselkedésére vonatkozó legtöbb kísérleti adat. Pl.: aluminátlúgok dialízise, elektromos vezetőképessége, viszkozitás, stb., amely nagyjelentőségű vizsgálatokat F. N. Sztrokov, V. A. Muszjakov, P. I. Melamed és P. V. Prokofjeva végeztek.

Az aluminátlúgok egyes sajátosságai, mint az állandóságuknak a koncentrációtól való függése, valamint a kolloid tulajdonságuknak bizonyos mértékű jelentőzése, annak feltételezésére késztet, hogy az



aluminátlúg bonyolultabb rendszer, mint a valódi oldat, de egyik alkotója az alumíniumhidroxid sója.

Az aluminátlúg felbontásának meggyorsítása elérhető azáltal, hogy az oldatot mechanikusan, vagy pneumatikusan keverjük és egyidejűleg frissen kivált alumíniumhidroxid oltóanyagot adagolunk az aluminátlúgban.

E két tényező egyidejű alkalmazásának hatása *kikeverés* néven ismeretes folyamat, amely a Bayer-eljárásnál az aluminátlúgok felbontására és a kristályos alumíniumhidroxid kiválasztására szolgál.

A kikeverés folyamatára több tényező van hatással. Ezek a következők:

1. Kiindulási aluminátlúg viszonyozsága ( $\text{NaO} : \text{Al}_2\text{O}_3$ ), amely az oldott  $\text{Na}_2\text{O}$  és  $\text{Al}_2\text{O}_3$  molekuláris viszonyát jelenti,
2. koncentráció (töménység),
3. a hőmérséklet hatása,
4. oltóanyag mennyisége,
5. oltóanyag minősége,
6. keverés módja,
7. aluminátlúg tisztasága.

Feladatunk célja a jelenlegi timföldgyártási kikeverőkapacitás mellett, beruházási költségek nélkül a timföldtermelés fokozása, a kikeverés legkisebb időtartama, optimális kapacitáskihasználás, elsőrendű hidrátminőség mellett. A felsorolt tényezők hatását a kikeverés folyamatára, ugyanolyan körülmények és adottságok mellett az oltóanyag minőségének és mennyiségének változtatásával igyekeztünk megoldani.

A frissen kivált oltóanyag adagolásának célja az, hogy kristálygócokat képezve, *gyorsítsa az oldat bomlását*. Az aluminátlúg hidrolites bomlása következtében képződő alumíniumhidroxid kristályosodási sebessége az a lényeges része a folyamatnak, amely a kikeverés kinetikáját határozza meg. Az aluminátlúg hidrolizisének sebessége könnyen szabályozható és befolyásolható, ugyanakkor az alumíniumhidroxid leülepedését kristályosodásának sebessége határozza meg.

A kristályosodási sebesség egyenletéből

$$\frac{dc}{dt} = K.F.C^n$$

következik, hogy a sebesség a kristályosodási góccok felületének ( $F$ ) növekedésével és az oldat telítettségi fokával ( $C$ ) arányosan nő.

Az adagolt oltóanyag mennyiségét oltóanyag-számmal mérjük, amely alatt az oltóanyagban lévő  $\text{Al}_2\text{O}_3$  és az aluminátlúgban lévő  $\text{Al}_2\text{O}_3$  súlyviszonyt értjük. Nagy oltóanyag-szám a kristályok növekedését lerontja és finomszemcsés alumíniumhidrát keletkezésére vezet.

A kikeverés folyamatára lényeges befolyással van az oltóanyag minősége és tisztasága. Az oltóanyagban lévő finom szemcsés alumíniumhidroxid mennyiségének növelése a kristályosodási központok felületének növekedése folytán a kikeverési folyamat meggyorsítását idézi elő. Az oltóanyag-kristályocskák mérete 80 mikronig terjed, ennél nagyobb méretűek nem hatásosak. 1 mikronnál kisebb méretűek pedig

már kolloid diszperzek lévén, nem biztosítják az alumíniumhidroxidszemcsék megfelelő méretű növekedését.

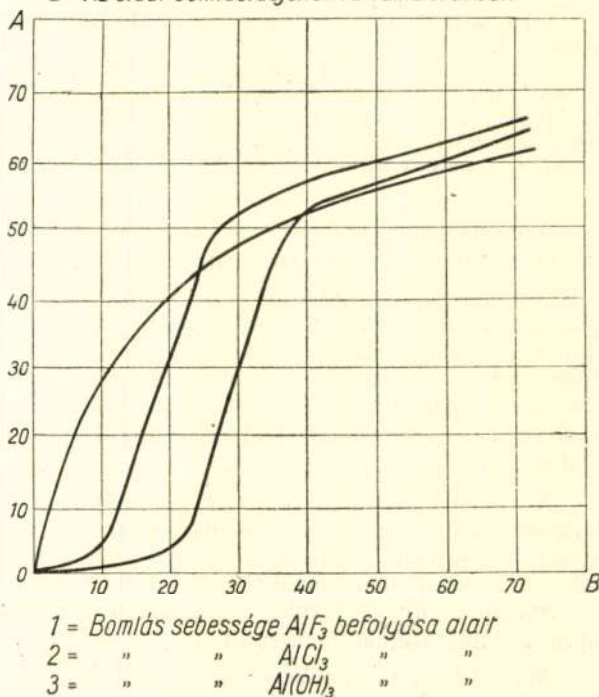
Az oltóanyag aktivitását nagyobb  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ -tartalom, amely, mint vörösiszapszennyezés kerülhet bele, már erősen lerontja. Az oltóanyagoknak szánt hidrátot célszerűen osztályozással választják ki, amit az üzemben az ú. n. hidroszeparátor berendezés segítségével hajtanak végre.

Amennyiben oltóanyagként az előző kikeverés besűrített hidrátjának egy része szolgált és azt a kikeverésre kerülő aluminátlúgba a már kikevert lúggal együtt adagolják, a nagy mol-vízviszonyos számú oldat adagolása a kikeverési folyamat késleltetéséhez vezet. Célszerűbb ezért e szempontból a kikeverési folyamatot leszűrt oltóanyag hozzáadásával végezni.

*Bayer K. I.* timföld ipari előállítására vonatkozó szabadalmában rámutat arra, hogy „aluminát-oldatokból timföldet csak alumíniumhidroxid, esetleg más, izomorf vegyületek választanak ki, nincsen meg e képességük azonban más, poralakú anyagoknak, mint pl. üvegporoknak, vagy kvarchomoknak“.

Ezzel szemben *F. F. Wolf-Kuznyecov* kísérletei alapján kiderült, hogy számos anyag létezik, amellyel az aluminátoldatok bomlása meggyorsítható. Ide tartoznak elsősorban az alumíniumsók, vas- és titán-oxidok géljei, a kén, a vas szulfátjai, alumíniumpor, kriolit, stb. Emellett az alumíniumhidroxiddal való „beoltással“ elérhető bomlási mérték számos esetben az említett anyagok század, sőt kisebb részével is előidézhető.

*A = Aluminátoldat bomlásfoka %-ban*  
*B = Az oldat bomlásidejének tartama órákban*



1. ábra.

Az 1. ábrán *F. F. Wolf-Kuznyecov* kísérletei szerint egy alumíniumból és vegytiszta nátriumból készített és 110 g  $\text{Al}_2\text{O}_3$ /liter és 117 g  $\text{Na}_2\text{O}$ /litert tar-



talmazó mesterséges aluminátoldat bomlás-sebességére vonatkozó adatok láthatók.

A bomlás  $\text{AlCl}_3$  és  $\text{AlF}_3$  csekély mennyiségeinek hatására ment végbe, amelyek az oldatban lévő  $\text{Al}_2\text{O}_3$  súlyának 1%-át tették ki. Összehasonlítás céljából az ábrán feltüntetik a hidrargillitot tartalmazó lúggal beoltott aluminátoldat ( $\text{Al}_2\text{O}_3 = 116$  g/liter; kauszt. mod. = 1,6) bomlás sebességi görbáját is, a használt „oltófolyadék” mennyisége  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -ra átszámítva az oldatban lévő alumíniumoxid mennyiségének 150%-át tette ki. A bomlási folyamatot  $30^\circ\text{C}$  hőmérsékleten 72 órán át végezték rázó gépbe fogott lombikokban áramló légfürdőben. A kísérletek ellenőrzése a folyékony fázis kémiai analízisével történt.

Mint az ábrán is látható, az alumíniumhidroxidra nézve túltelített aluminátoldatoknak csekély mennyiségű alumíniumsók hatására bekövetkező bomlása a „beoltással” előidézett közönséges bomlással szemben a következő jellemző tüneteket mutatja:

1. 5–10 órás indukciós periódus jelenléte, amely alatt az oldat bomlása gyakorlatilag nullával egyenlő.

2. A bomlás sebességének közvetlenül ezt az időszakot követő ugrásszerű megnövekedése, amely azt eredményezi, hogy a kísérletek kezdetétől számított 24 órán belül ( $\text{AlF}_3$ -dal) a csapadék alakjában kivált alumíniumoxid mennyisége több, mint a rendes úton „beoltással” kapott alumíniumhidroxidé. Alumíniumsók távollétében, vagy az  $\text{Al}(\text{OH})_3$ -al való „beoltás” elmaradása esetén az aluminátoldatok 72 óra alatt mikroszkóposan észlelhető üledéket nem adnak. Az alumíniumsók csekély mennyisége nemcsak az aluminátoldatok „önmagától való” bomlását segíti elő, hanem az alumíniumhidroxid kristályokkal beoltott oldatok bomlására is gyorsítólag hat. Az aluminátoldatok szilárd (poralakú) alumíniumsók jelenlétében bekövetkező bomlásának (az alumíniumsók mennyisége az oldat  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -tartalmának 1%-a volt) tanulmányozása a következő tapasztalatokhoz vezetett:

1. Az aluminátoldatok optimális bomlási hőmérséklete alumíniumsók és „oltóanyag” jelenlétében egyaránt  $30^\circ\text{C}$ . E hőfok alatt és felett azonos többi feltételek mellett az oldat bomlásfoka csökken.

2. Az eredeti aluminátoldat kausztikus modulusának emelése azonos többi feltételek mellett, a bomlási sebesség tetemes csökkenéséhez vezet. A kausztikus modulusz egyes meghatározott értékeinél a vizsgálat időtartama alatt (72 óra), a bomlási sebesség nullával egyenlő. Így pl. a 100–105 g  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -t tartalmazó oldatoknál ez a jelenség akkor lép fel, ha a kausztikus modulusz három. Ugyanez a jelenség az oldatoknak kristályos hidrargillittal történő beoltásánál is fellép.

3. Az aluminátoldatoknak csekély mennyiségű alumíniumsók okozta bomlása, éppúgy, mint a „beoltással” történő bomlás is, az oldat egy bizonyos töménységénél megy végbe a legnagyobb mértékben; ez a töménység a só-ozkotta bomlásnál kisebb, mint beoltás esetén. Így tehát az aluminátoldatoknak szilárd, poralakú alumíniumsók kis mennyiségeinek hatására bekövetkező bomlása közel azonos optimális feltételek mellett játszódik le, mint a „beoltásos” bomlás.

A további vizsgálatok folyamán kiderült, hogy az alumíniumsók kis mennyiségeinek bevitelére csak akkor idézi elő az aluminátoldatok bomlását, ha a bevitel szilárd, kristályos alakban történik. Ugyane vegyületek vizes oldatait ugyanolyan időtartam alatt egyéb azonos feltételek mellett, az aluminátoldatokra nem fejtenek ki bontó hatást.

Az egyes vizsgálatok eredményeit az 1. táblázat tartalmazza. Itt az aluminátoldatoknak (szilárd, poralakú alumíniumsók, 2. ugyane sók vizes oldatai, 3. e sók vizes oldataiból ammóniával hidegen lecsapott koloid alumíniumhidroxid hatására bekövetkező bomlásának fokát tüntetik fel.

Természetesen, azt a vízmennyiséget, amelyet sóoldatok alakjában vittek be, az aluminátoldatok készítésénél előzetesen figyelembe vették.

1. TÁBLÁZAT.

Aluminátoldatok kismennyiségű alumíniumsók szilárd, vagy vizes oldat alakjában történő bevitelével ( $30^\circ\text{C}$ -nál 72 órán át) előidézett bomlásának vizsgálati eredményei.

Sor-szám	Kiindulási aluminát oldat			Adalékanyag neve	Adalékanyag mennyisége az oldat $\text{Al}_2\text{O}_3$ tart. %-ában	Bomlás az össz. modulus %-ában	Megjegyzés
	$\text{Al}_2\text{O}_3$ g/l	Kauszt. mod.	Össz. mod.				
1.				$\text{AlCl}_3$ por	1,0	59,2	$\text{AlCl}_3$ %-os vizes oldat
2.				$\text{AlCl}_3$ vizes oldat			
3.				Koloid $\text{Al}(\text{OH})_3$ vizes oldatból	0,58	55,5	
4.				$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ por		62,5	
5.				U. a. vizes oldat		0,0	analog
6.	114,0	1,74	1,81	Ammónium-timsó por		56,6	
7.				U. a. oldat	1,0	0,0	analog
8.				$\text{AlF}_3$ por		65,8	
9.				U. a. oldat		0,0	analog
10.	140,0	1,75	1,80	Koloid $\text{Al}(\text{OH})_3$ vizes $\text{AlF}_3$ oldatból	0,94	49,7	
11.	114,0	1,74	1,81	$\text{Al}(\text{OH})_3$ Urali Alumínium Művek	100	57,5	

Összmoduluson az aluminátoldat összes  $\text{Na}_2\text{O}$ -tartalmának (tehát kausztikus és karbonát) és  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -tartalmának mol-vizonyát értjük.

A kísérletek alapján a tényállás a következő:

1. Kismennyiségű alumíniumsók bevitelére csak abban az esetben gyorsítja meg a metastabil aluminátoldatok bomlását (mint erre már fentebb rámutattak), ha e sókat kristálypor alakjában adagolják az aluminátoldatba. Ugyanezek az alumíniumsó-mennyiségek vizes oldat alakjában teljesen hatástalanok.

2. Az alumíniumsók vizes oldatából ammóniával lecsapott koloid alumíniumhidroxid, az alumíniumsók kis mennyiségeivel ekvivalens mennyiségben véve ugyancsak az aluminátoldatok bomlását idézi elő, azonban a szilárd alumíniumsókhoz képest csökkent mértékben.

Az aluminátoldatok bomlásánál keletkező csapadékokban forróvizes kimosás után  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{F}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$  ionokat



nem találtak. Ebből az következik, hogy az alumínát-oldatba szilárd alakban bevitt alumíniumsók nem képeznek oldhatatlan komplexeket és mint ez a folyékony fázis vizsgálata alapján kiderült, nátriumsók képződése közben kémiai cserebomlásba lépnek a lúgos alumínátoldattal. Mindemellett nátriumsókkal az alumínátoldatok bomlása nem idézhető elő. (L. 2. táblázat.)

2. TÁBLÁZAT.

*Alumínátoldatok szilárd alumínium- és nátriumsók okozta bomlásának vizsgálati eredményei.*

Sorszám	Kiindulási alumínát oldat			Adalék megnevezése	Adalék mennyisége, az oldat $\text{Al}_2\text{O}_3$ tart. %-ban	Bomlás az össz. mod. %-ban	Megjegyzés
	$\text{Al}_2\text{O}_3$ g/l	Kauszt. mod.	Össz. mod.				
1.	140,0	1,75	1,76	$\text{AlF}_3$	1,0	58,7	
2.				$\text{NaF}$	1,5	0,0	
3.				$\text{AlCl}_3$	1,0	59,2	
4.	114,0	1,74	1,81	$\text{NaCl}$	1,5	0,0	
5.				$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$	1,0	62,0	
6.				$\text{Na}_2\text{SO}_4$	1,25	0,0	

A kiindulási alumínátoldatok önként bekövetkező bomlását a vizsgálat időtartamát képező 72 óra alatt nem észlelték.

A kismennyiségű alumíniumsók hatására keletkező alumíniumhidroxid kristály méreteinek mikroszkópos vizsgálatainál kiderült, hogy a csapadék homogen méretű, aprózemeses hidrargillitből áll; a kristályok mérete laboratóriumi viszonyok között a 3–4 mikront nem haladta meg. A hidroxidnak 1000–1200° C-on történő kiizzítása homogén, nagy diszperzitású alumíniumhidroxidot eredményez.

Kismennyiségű alumíniumsók és a „beoltás” műveletének közös alkalmazása (az „oltóanyag”  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -tartalmának és az oldat  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -tartalmának súlyaránya 1:1) ugyancsak nagyobb mennyiségű aprókristályos alumíniumhidroxid képződéséhez vezet. Ami a kiindulási alumínátoldatokot illeti, nem lelhetők fel bennük sem mikroszkópos, sem makroszkópos heterogenitások.

Mint már említették, alumíniumsók adagolásának, vagy a beoltásnak elmaradása esetén, az oldatok 72 órás keverés után sem mutatták bomlás, vagy látható változás jeleit. Zinovjev E. I.-vel végzett ultramikroszkópos méréseink azt mutatták azonban, hogy a kiindulási oldatok szerkezete heterogén, az oldatokban ugyanis nemcsak kisszámú, Brown-mozgást végző részecskéket találunk, hanem csekély számban nagyobb ilyen mozgást már nem végző szuszpendált részecskéket is. A poralakú alumíniumsók bevitel után az oldat heterogenitása jelentősen megnő, főként a kisebb, mozgó részecskék számának megszorodásával. Ugyane sok vizes oldatainak bevitel után azonban az észlelések ideje alatt egyáltalán nem változtatja meg a heterogenitási viszonyokat. Az első esetben a Brown-mozgást nem végző nagyobb részecskék száma egy kissé megnövekedik.

Ha az alumínátoldatokba nagyobb darabban alumíniumsókat juttatunk, e darabok felületén szabad szemmel is jól láthatjuk a keletkezett pelyhes alumíniumhidroxidot.

## Az eredmények értékelése

Azok a tények, amelyeket munkájukban a meta-stabil alumínátoldatoknak kismennyiségű alumíniumsók okozta bomlására, ill. ugyanilyen mennyiségű alumíniumsóknak vizes oldatban való alkalmazásakor a bomlás elmaradására vonatkozólag felsoroltak — e folyamat mechanizmusának tisztázása szempontjából számíthatnak érdeklődésre.

A gyakorlatból ismeretes, hogy ha a lúgos alumínátoldathoz alumíniumsó vizes oldatának bizonyos mennyiségét adjuk, úgy az oldatok érintkezésének helyén nyomban alumíniumhidroxid csapadék keletkezik. A csapadék azonban, mint az ultramikroszkópos vizsgálatok alapján kiderült, olyan nagy diszperzitású, hogy teljesen feloldódik az alumínátoldat lúgfölöslegében anélkül, hogy a rendszerben bárminő heterogenitást is képezne. Végeredményben tehát az oldatban csupán további nátriumalumínát keletkezik és a megfelelő nátriumsó (helyesebben a kérdéses alumíniumsó anionja) jut a rendszerbe.

Más a helyzet, ha szilárd alumíniumsókat adagolunk az oldatba, makroszkóposan szintén mintegy oldódnak, az ultramikroszkópos vizsgálatok szerint azonban a rendszer heterogenitását növelik. Az alumíniumsóknak a szilárd fázisban való teljes hiánya és a folyékony fázis vizsgálata azt bizonyítja, hogy a szilárd alumíniumsók kémiai kölcsönhatásba lépnek az alumínátoldat nátriumhidroxidtartalmával, ami tiszta alumíniumhidroxid-csapadék képződéséhez vezet.

A különbség a vizes oldatokkal szemben azonban az, hogy a szilárd sórészek és a lúg kölcsönhatásánál nagyobb méretű alumíniumhidroxid-részecskék keletkeznek, amelyek nagyobb ellenállóképességű kristályosodási góccok szerepét töltik be. A szilárd alumíniumsóknak az alumínátoldatok bomlási sebességére gyakorolt befolyása azonos a koloid alumíniumhidroxid befolyásával. Itt kell keresni a főként annak az eltérésnek, amely az alumínátoldatoknak szilárd, poralakú alumíniumsókkal szemben egyrészt, és e sók vizes oldataival szemben másrészt tanúsított viselkedése között mutatkozik.

## Következtetések:

1. Alumíniumsók meggyorsítják a hidrargillit nézve túlteltett alumínátoldatok bomlását.

2. Ez a gyorsító hatás szilárd, poralakú alumíniumsóknak az oldatba történő bevitelével érhető el, ugyanezeknek a sóknak vizes oldatai azonos többi feltétel esetén nem mutatnak gyorsító hatást.

3. Az alumínátoldatok bomlásának meggyorsítása (a spontán bomlás, valamint a kristályos alumíniumhidroxiddal történő beoltással elért bomlás sebességéhez képest) céljából elegendő az oldat  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -tartalmának egy százalékát kitevő mennyiségű alumíniumsó adagolása; tehát kis mennyiségű, a „beoltáshoz” szükséges anyagmennyiségek századrészt, vagy még ennél is kisebb hányadát is kitevő sóadagok bevitelével teljesen elegendő.

4. Az alumíniumsók kis mennyiségével elért bomlási sebesség növelésének kb. ugyanazok az optimális feltételei, mint az alumínátoldatok hidrargillittal történő beoltás útján előidézett bomlásának.



5. Aluminátoldatoknak kismennyiségű szilárd alumíniumsókkal való elbontásánál egyenletes, apró kristályos szerkezetű alumíniumhidroxid keletkezik.

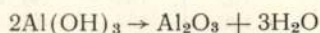
A metastabil aluminátoldatok bomlásának előidézésére, ill. gyorsítására dr. Lőb Antal vegyészmérnök a timföld-előállító üzemekben megtalálható és összegyűjthető ún. „lurgi“-por felhasználását és alkalmazását javasolta.

A timföldgyári alumíniumhidrát kalcináló kemencék füstgázokkal eltávozó szálló porának visszatartására ciklonok és nagyfeszültségű, szagratott egyenárammal működtetett elektromos portalanítók szolgálnak. Ezek a portalanítók a Lurgi-cég rendszere szerint készültek és innen ered a készülékben leváló por elnevezése.

Ebben a készülékben meglehetősen nagymennyiségű por válik le, pl.: napi 50 tonna timföldet előállító kalcináló kemence Lurgi-készüléke naponta kb. 12 tonna port választ le.

Elektromos portalanítóra a kemence füstgázaival távozó rendkívül finom, jóformán „aerosol“ jellegű por visszatartására van szükség, mivel ezt a finomságú port a ciklonok, sőt a multiciklonok sem képesek visszatartani.

A „lurgi“ por összetételének vizsgálata arra enged következtetni, hogy a leváló lurgipor a kalcináló kemencében végbemenő



átalakulási folyamat közbeeső terméke és változó mennyiségű timfölddel szennyezett metaalumínium-savnak tekinthető.

Az egyik üzem lurgipor elemzése a következő összetételt mutatta:

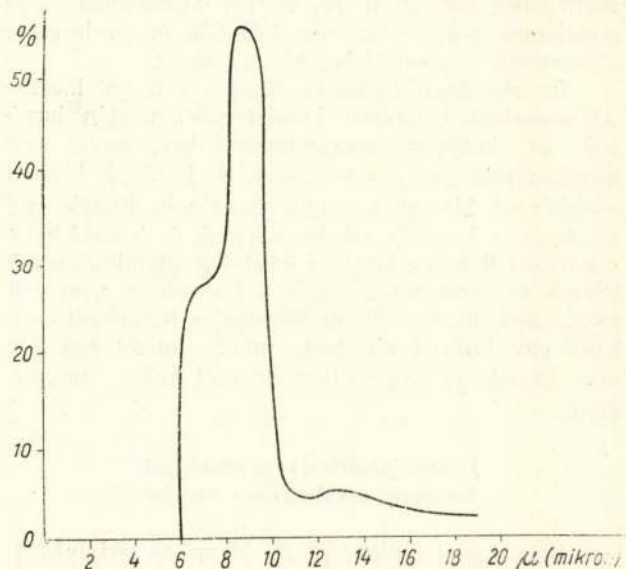
Össz. Na	0,39
$\text{Al}_2\text{O}_3$	87,07 %
Izz. veszt.	12,50 „
$\text{Fe}_2\text{O}_3$	0,02 „
$\text{SiO}_2$	0,01 „
$\text{TiO}_2$	0,006 „
$\text{P}_2\text{O}_5$	0,012 „
$\text{V}_2\text{O}_5$	0,004 „

A lurgipor keletkezése valószínűleg a forgókemence első részében történik. A kalcináló kemence első részébe adagolt nedves hidrát hirtelen szárad ki és finom alumíniumhidrát-por keletkezik. Hasonló erős porképződés tapasztalható üzem alumínium hidrát-nak laboratóriumban, kis méretekben történő, hirtelen kalcinálásánál is.

A megfelelő bontó hatású lurgipor kis hőfokon történő keletkezését az is megerősíti, hogy rendszerint gyengén rózsaszínű, vagy sárgás színezetű szokott lenni (meg nem bontott organikus anyag). Az így képződő lurgipor azonban üzemként eléggé változhat, mivel a keletkezéséhez szükséges körülmények (pl. kemencében a gázsebesség, hőfok, stb.) az összetételét jelentős mértékben befolyásolják.

Az elmondottak alapján egy timföldhidrátot előállító üzem kapacitásának jobb kihasználását kíván-

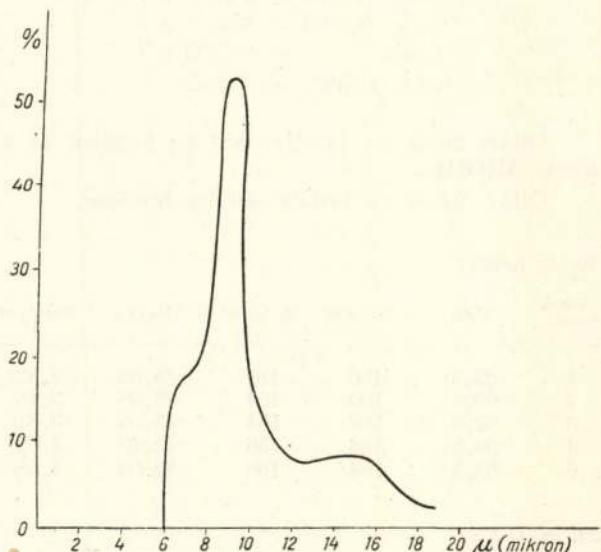
tuk tanulmányozni, üzemi kísérletekkel alátámasztani oly módon, hogy a jelenleg használatos bekeverő oltólúg térfogatát nagy mértékben lecsökkentjük a lurgipor alkalmazásával. Az ily módon megnövekedett térfogatban ugyanolyan induló mol-viszony és koncentráció beállítása esetén, melynek feltételei adottak,



2. ábra.

Az üzemi kísérleteknél alkalmazott Lurgi-porok szemcsenagyság megoszlása:

20	Mikron	2.1 %
16—20	»	2.1 »
14—16	»	3.1 »
12—14	»	5.2 »
10—12	»	4.2 »
8—10	»	56.1 »
6—8	»	27.1 »



3. ábra.

Az üzemi kísérleteknél alkalmazott Lurgi-porok szemcsenagyság megoszlása:

20	Mikron	3.3 %
16—20	»	2.5 »
14—16	»	8.3 »
12—14	»	7.5 »
10—12	»	7.5 »
8—10	»	53.3 »
6—8	»	17.5 »



több timföldhidrát termelése biztosítható, feltéve, ha a lurgipor állandó minősége is biztosítható. Ezért tervbe vették a felsorolt üzemi kísérletek elvégzését más üzemekből származó lurgipor-minőséggel is.

A kalcináló üzem gazdaságosságára is előnyt jelent a lurgipor alkalmazása, a kalcináló üzem hőmérsékletében javulás áll be, mert a ciklonokban és az elektromos porleválasztóban képződő ú. n. lurgipor visszakerül a rendszerbe, hasznosításra.

Az előzőekben foglaltak alapján 7 üzemi kísérletet végeztünk különböző bemérésekkel, tisztán lurgipor és lurgipor-alumíniumhidrát keverékével való hozzáadással. Az üzemi kísérletek közül 3 kísérlet eredményei bizonytalanságot mutatnak. Ennek oka az, hogy a lurgipor alkalmazásának és használhatóságának feltétele a lurgipor lehetőleg állandó összetételének és szemcsenagyságának biztosítása, nem volt meg, azért, mert az üzem folyamatos termelését nem lehet egy kísérlet elvégzése miatt — mivel egyelőre nem állandó jellegű változásról volt szó — megzavarni.

#### Üzemi kísérletek eredményei lurgipor alkalmazása esetén

*I. sz. üzemi kísérlet* (2 db. 70 m<sup>3</sup>-es tartályban). Az oltás  $\text{Al}_2\text{O}_3$  1%-ának megfelelő lurgipor, illetve hidrát volt. A kiindulási lúg viszony száma: 2,61.

Hidrát oltás: 2,77, 3,00, 3,30, 3,81, 3,98.

Lurgiporos oltás: 3,19, 3,50, 3,78, 4,06, 4,16.

*II. sz. üzemi kísérlet* (2 db. 70 m<sup>3</sup>-es tartályban):

A kiindulási lúg adatai:

$\text{Al}_2\text{O}_3$  = 93,5 g/l  
össz. NaOH = 186,— g/l  
szab. NaOH = 152,— g/l  
szóda = 45,05 g/l  
visz. szám = 2,52

Oltás: 20-as sz. tartály: 300 kg lurgipor és 2,8 tonna  $\text{Al}(\text{OH})_3$ .

Oltás: 24-es sz. tartály: 60 kg lurgipor.

#### 20. sz. tartály:

Napok száma	$\text{Al}_2\text{O}_3$	Ö. NaOH	Sz. NaOH	$\text{Na}_2\text{CO}_3$	Viszony sz.
1	93,5	186	152	45,05	2,52
2	69,7	190	154	45,05	3,75
3	62,9	188	154	45,05	3,81
4	59,5	188	156	42,40	4,02
5	53,5	184	156	42,05	4,38

#### 24. sz. tartály:

Napok száma	$\text{Al}_2\text{O}_3$	Ö. NaOH	Sz. NaOH	$\text{Na}_2\text{CO}_3$	Viszony sz.
1	93,5	184	156	37,15	2,52
2	87,5	192	160	42,4	3,08
3	70,55	194	160	45,05	3,48
4	65,45	194	162	42,4	3,75
5	59,05	194	162	42,4	4,16

A lurgipor nagyon oxidos volt.

*III. sz. üzemi kísérlet* (3 db. 70 m<sup>3</sup>-es tartályban):

Oltás: 25-ös sz. tartály 50% üzemi oltóanyag + 3,5 t. hidrát,

27-es sz. tartály: 1% lurgipor (60 kg),

29-es sz. tartály: 100% oltóanyag (6,9 t).

#### Kiinduló lúg adatai.

#### 25. sz. tartály:

Napok száma	$\text{Al}_2\text{O}_3$	Ö. NaOH	Sz. NaOH	$\text{Na}_2\text{CO}_3$	Viszony sz.
1	96,9	188	152	45,05	2,47
2	85,8	196	162	45,05	2,91
3	81,6	196	158	50,35	3,06
4	68,8	192	158	45,05	3,55
5	62,9	192	158	45,05	3,81
6	60,3	194	160	45,05	4,10

#### 27. sz. tartály:

1	92,6	196	160	47,7	2,69
2	90,9	196	158	50,35	2,74
3	84,1	190	156	45,05	2,88
4	80,7	190	156	45,05	3,00
5	79,3	196	156	53,00	3,37

#### 29. sz. tartály:

1	84,1	192	156	47,7	2,91
2	80,7	192	154	50,5	3,03
3	63,7	188	154	45,05	3,75
4	56,9	188	154	45,05	4,20
5	55,2	174	154	53,03	4,41

*IV. sz. üzemi kísérlet*: 3 db. 70 m<sup>3</sup>-es tartályban).

Oltás: 20. sz. tartály: 600 kg lurgipor, 10%.

33. sz. tartály: 600 kg lurgipor, 10%.

22. sz. tartály: 7,1 t. hidrát, 100% oltóanyag.

#### Kiinduló lúg adatai.

Napok száma	$\text{Al}_2\text{O}_3$	Ö. NaOH	Sz. NaOH	$\text{Na}_2\text{CO}_3$	Viszony sz.
	102,8	192	158	45,05	2,38

#### 20. sz. tartály:

1	92,6	190	152	50,35	2,61
2	83,3	190	154	47,7	2,91
3	76,5	192	156	47,7	3,19
4	68,8	194	158	47,7	3,64
5	65,7	194	158	47,7	3,78

#### 22. sz. tartály:

1	85,8	190	154	47,7	2,82
2	73,1	190	154	47,7	3,32
3	65,4	190	154	47,7	3,70
4	60,3	192	156	47,7	4,06
5	60,3	194	158	47,7	4,10

#### 33. sz. tartály:

Napok száma	$\text{Al}_2\text{O}_3$	Ö. NaOH	Sz. NaOH	$\text{Na}_2\text{CO}_3$	Viszony sz.
1	97,7	190	158	42,4	2,47
2	90,1	190	158	42,4	2,68
3	75,6	190	158	42,4	3,20
4	71,4	192	158	45,00	3,42
5	68,8	194	160	45,05	3,59



V. sz. üzemi kísérlet (2 db. 70 m<sup>3</sup>-es tartályban):  
Oltás: 33. sz. tartály 50% (2,8 t) hidrát + 1%  
(60 kg) lurgipor,  
37. sz. tartály: 5% (300) kg lurgipor.

## Kiinduló lúg adatai.

Napok száma	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Ö. NaOH	Sz. NaOH	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	Viszony sz.
	101,1	188	152	47,7	2,37

## 33. sz. tartály:

1	83,3	190	154	47,7	2,91
2	75,5	190	154	47,7	3,16
3	69,7	192	156	47,7	3,51
4	64,6	192	158	45,05	3,79
5	61,2	192	160	47,7	4,00

## 73. sz. tartály:

1	94,3	190	154	47,7	2,57
2	87,5	190	154	47,7	2,77
3	76,5	192	156	47,7	3,19
4	73,1	192	158	45,05	3,35
5	68,00	192	160	47,7	3,65

VI. sz. kísérlet (2 db. 70 m<sup>3</sup>-es tartályban):  
Oltás: 35. tart. 300 kg (590) lurgipor,  
37. tart. 600 kg (10%) lurgipor.

## Kiinduló lúg adatai.

	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Ö. NaOH	Sz. NaOH	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	Viszony sz.
35. sz. tart.	98,6	194	160	39,75	2,51
37. sz. tart.	97,7	190	158	39,75	2,47

Napok száma

1	90,1	192	162	39,75	2,71
2	73,1	194	164	39,75	3,38
3	66,3	196	166	39,75	4,14
4	60,3	196	166	39,75	4,14
5	54,4	196	166	39,75	4,59

## 37. sz. tartály:

1	85,0	192	162	39,75	2,88
2	70,5	194	164	39,75	3,50
3	64,6	196	166	39,75	3,87
4	59,5	196	166	39,75	4,20
5	56,9	196	166	39,75	4,39
6	53,5	196	166	39,75	4,67

Minden adagot g/l-ben kell érteni.

## VII. sz. üzemi kísérlet.

Kiindulási lúg adatai:

## Kiindulási lúg adatai.

	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Ö. NaOH	Sz. NaOH	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	Viszony sz.
35. sz. tart.	80,7	180	150	39,75	2,84
37. sz. tart.	86,7	180	150	39,75	2,44

Oltás: 35. tart. 300 kg (5%) lurgipor  
37. „ 600 „ (10%) „

## 35. sz. tartály:

Napok száma	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Ö. NaOH	Sz. NaOH	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	Viszony sz.
1	70,5	180	150	39,75	3,26
2	68	182	152	39,75	3,41
3	58,6	182	152	39,75	3,96
4	56,1	182	152	39,75	4,13
5	56,1	180	152	39,75	4,09

## 37. sz. tartály:

1	79	180	150	39,75	2,90
2	73,9	180	150	39,75	3,10
3	65,4	180	150	39,75	3,50
4	56,9	180	150	39,75	4,03
5	55,2	178	148	39,75	4,11

Levonható következtetések  
és a várható gazdasági eredmények

A fenti 7 kísérlet eredményeiből a következő tanulságok vonhatók le:

1. Az alumínátlúgok bontásának elősegítésére a lurgipor alkalmazása eredménnyel jár.

2. A lurgipor használata Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> g/l-re számított kb. 10% mennyiségben egyenértékű kikeverést eredményez a jelenlegi „oltóanyag” alkalmazásával.

3. Lurgipor alkalmazása a 2. pont alatti mennyiségben az üzem jelenlegi kapacitásának lényeges növekedését teszi lehetővé.

## IRODALOM:

1. Wolf F. F., O. I. Pudovkina: Alumínát oldatok szétválasztási folyamata és szétválasztásának módjai. Szövetségi Alumínium és Magnézium Kutató Intézet Dolgozatai, 20. köt. 21. old. (1940).
2. Bjelljajev: Könnyűfémek Kohászata.
3. Dr. Ing. Karl. Wimacker u. dr. Ing. Ernst Weingaertner: Chemische Technologie.
4. Fulda—Ginsberg: Tonerde und Aluminium.
5. Zur Kenntnis der Vorgänge beim „Ausrühren“ technischen Tonerdehydrates. Von Fr. W. Wrigge u. H. Ginsberg. Zeitschrift Für Anorganische chemie, Band 264. Heft 5—6. 285. lap.
6. Röntgenographische Klein u. Weitwinkels Freinung an Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Von Robert Frische u. Otto Eberspächer. Zeitschrift Für Anorganische chemie. Band 265. Heft 1—3. S. 21.
7. Rr. „Ausrührvorgang“ von Tonerdehydrat nach Bayer als Keimbildungsproblem. Von E. Hermann u. I. Stipetic. Zeitschrift Für Anorganische chemie. Band 262. Heft 1—5. S. 258.

Ezúton mondunk köszönetet az üzemi kísérletek elvégzésénél tapasztalt, minden vonatkozásban segítségünkre siető üzemi dolgozó kartársainknak.

Köszönetet mondunk dr. Lányi Béla műsz. egy. tanárnak és dr. Papp Elemér osztályvezetőnek, akik irányító vezetésükkel mind az elméleti, mind a kísérleti munkánál lényegesen elősegítették a nehézségek kiküszöbölését és lehetővé tették számunkra a kísérletek helyes elvégzését.

## Összefoglalás.

F. F. Wolf Kuznyecov Sz. I.—Szerebrenyikova O. V. kísérleti eredményei alapján, valamint dr. Lőb Antal javaslatát tekintetbe véve lurgi timföld adalékkal történt kikeverési üzemi kísérletek azt mutatják, hogy a hasznos térfogat megnövekedésével a timföld-hidrát termelése jelentékenyen fokozható.



## Adatok a műkorund vastartalmának meghatározásához

FERENCZY MIKLÓS okl. vegyészmérnök

Автор: Ференци Миклош.

Данные для определения содержания железа в искусственном корунде.

Dates for the determination of different sorts of iron content in electro korund.

by M. Z. Ferenczy Eng. Chem.

Über die Bestimmung des Eisengehaltes in Kunst-Korunden.

von M. Z. Ferenczy Dipl. Ing. Chem.

Egyre növekvő szocialista iparunk az újonnan megindult műkorund-gyártással szemben igen nagy igényeket támaszt. Ezek kielégítésére a gyártott műkorund minőségi ellenőrzése elsőrendű feladat. A régi módszerek csak az összes vastartalmat határozták meg a műkorundban, tekintet nélkül arra, hogy az háromféle alakban lehet jelen a gyártás menetétől és a nyersanyagtól függően. A műkorundban ötvözött fém-, ferro- és ferri vas lehet jelen. Ha ilyen részletes elemzés áll rendelkezésre, akkor értékes következtetéseket vonhatunk le a termék műszaki sajátosságaira vonatkozóan.

Az irodalmi utalások igen sok módszert bocsátanak rendelkezésünkre, amelyeket a következőkben röviden tárgyalni fogok. A módszer kiválasztásánál azonban figyelembe kell venni, hogy az eljárás az ipar kívánalmainak megfelelő legyen. Tehát fontos, hogy az elemzési módszerek gyorsak, ipari pontosságúak és könnyen, olcsón elvégezhetők legyenek.

Az ötvözött fémvas, ferro- és ferrivas egymás-melletti meghatározása nem új keletű probléma, azonban a fenti követelményeket kielégítő eljárás tudomásunk szerint nem áll rendelkezésre.

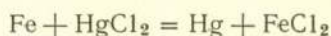
H. C. M. Ingelberg<sup>1</sup> szerint közvetett meghatározást végzünk: káliumos kupriklorid oldatból a jelenlévő ferri vas klórt szabadít fel s a felszabaduló klórt titráljuk meg ón (II) kloriddal. Az eljárás többórai állást igényel, amíg a ferri vas teljesen reagál a kémszerrel.

Dr. W. Wesly<sup>2</sup> hasonló elvek alapján dolgozta ki módszerét, azonban eljárásában több módosítást alkalmazott az előzővel szemben. Ón(II)klorid felesleggel alkalmaz és ezt J<sub>2</sub>-oldattal titrálja vissza. A módosítások újabb nehézségeket jelentenek, mert a ferro- és fémvas együttes meghatározásánál Bunsen-Fresenius-készülékkel kell alkalmazni. Az eljáráshoz tizenháromféle p. a. vegyszer és beállított oldat kell, valamint lehetőséget kell biztosítani a széndioxid áramban való ón(II)kloridos titrálásra is. Utóbbi faktora állandóan ellenőrzendő vaskarbonszorból készített tiszta vassal, ami nem egyszerű feladat és elhanyagolása nagy hibákat okozhat. Az eredmények kiértékelése három ismeretlenes egyenletrendszerből

történik. Mindezek a nehézségek világosan mutatják, hogy a módszer nem alkalmas gyors üzemi meghatározásra. Erre vonatkozólag megjegyzéseket és bírálatot, valamint összehasonlítást a következőkben ismertetett F. Kaufmann módszerével Z. E. Lukina<sup>3</sup> közleményében találhatunk.

F. Kaufmann<sup>4</sup> módszere az eddigieknél egyszerűbb és rövidebb, ezért néhány szóval részleteiben is ismertetjük. Az elemzendő anyagot frissen készített brómmammóniumacetáttal forrásig hevítjük és 10–15 percig ezen a hőmérsékleten tartjuk. Így a fémvas teljesen, a ferrooxid pedig részben kioldódik. Leszűrjük és alaposan kimossuk. Feltétlenül szükséges, hogy frissen készített vegyszerrel dolgozzunk, mert a brómmammóniumacetát állás közben hidrogénbromiddal szennyeződik, amely a ferrivasat megtámadja. A szűrőn lévő maradékot, amely az összes ferrivasat és a ferrovas egy részét tartalmazza, Erlenmeyer-lombikba mossuk. Széndioxid áram alatt teljesen kiforraljuk a brómot. Ezután a maradékot 1 ml. hidrogénfluorid és 50 ml. sósav elegyében feloldjuk és 250 ml.-es normállombikba hidegen betöltjük. (Korund esetében leszűrjük.) A normállombikból 100–1000 ml-t kiveszünk, az egyik részletben Zimmermann-Reinhardt szerint megtitráljuk az összes vasat, ami tartalmazza az összes ferrivasat és a ferrovas egy részét. A másik részben csak a ferrovasat titráljuk meg és kivonás útján kapjuk meg a ferrivas mennyiségét. Ennél a módszernél különösen vigyázni kell a bróm tökéletes eltávolítására, mert könnyen előállhat az az eset, hogy ferrovas titrálásnál több káliumpermanganátot fogy, mint az összes vas meghatározásánál. Tapasztalataink szerint a maradék oldásánál is alkalmasabb sósav helyett kénsavat alkalmazni, mert a ferrovas titrálásánál a hozzáadott mangánszulfát-foszforsav elegy ellenére is fogyaszthat a sósav káliumpermanganátot és az átmenet sem látszik élesen a barnakő kiválása miatt.

A fémvas meghatározására igen alkalmas Wilner-Merck<sup>5</sup> módszere. Az eljárás alapelve az, hogy semleges higany(II)klorid oldat fémhigany kiválása mellett ferrokloridot képez a következő vegyfolyamat értelmében:



Az eljárást ferrum reductum elemzésére használták eredetileg, azonban a műkorund elemzésénél is tökéletesen bevált, amit a később közlendő eredmények igazolnak.

A fémvas meghatározására alkalmas a ferrikloridos módszer is, amelyet A. Christensen<sup>6</sup> dolgozott ki. A mi szempontunkból azonban használata nem alkalmas, mert több órás pihentetés szükséges a vegyfolyamat teljes lefolyásához.

Rézszulfátos kicementálással is kísérleteztünk, amint azt a salakelemzéseknél is alkalmazzák. Ta-

<sup>1</sup> Industrial Engineering Chemistry 18, 1261—2— (1925.)

<sup>2</sup> Chemiker Zeitung 68, 106. (1944)

<sup>3</sup> Zavod. Labor. 9, 19. (1940)

<sup>4</sup> Chemiker Zeitung 57, 122—3. (1933.)

<sup>5</sup> Treadwell II. 1949. 527. old.

<sup>6</sup> Zeitschrift Analit. Chem. 44, 535. (1905)



pasztalataink szerint azonban az előforduló kis mennyiségű fémvas meghatározásánál igen nagy hibákat követhetünk el.

Elvileg ezüstnitráttal is lehetne cementálni a vasat, azonban a nitrát ion, mint oxidáló, zavarhat a titrálásban.

A Fe-féleségek egymás melletti meghatározásával foglalkozik még J. P. Riott<sup>7</sup>, azonban eljárása nem sokban különbözik az eddig említettektől.

A fenti irodalmi adatok alapján a műkorund ötvözött fémvas tartalmának meghatározására a Wilner—Merck-módszer látszik legjobbnak. A vizsgálatokat a következőképpen végeztük: 0,3 g finoman porított (MOSZ. 695—0,075 szitán áteső) műkorundot mérünk be, 1—2 g szilárd higany (II.) kloridot és 50 ml. kiforralt desztillált vizet adtunk hozzá. Széndioxid bevezetése mellett kis lánggal forrásig hevítettük és 1 percig ezen a hőmérsékleten tartottuk. Lehűtöttük, majd széndioxiddal telt Erlemeyer-lombikba szűrtük át. A szüredéket 20 ml. 1:3 kén-savval megsavanyítottuk, körülbelül 10 ml. mangán-szulfát-foszforsav oldatot adtunk hozzá és n/100 káliumpermanganát oldattal rózsaszínig titráljuk. Az eredmények az I. számú táblázatban láthatók.

I. TÁBLÁZAT

Bemért műkorund g	Fogyott n/100 KmnO <sub>4</sub> ml	Fémvastartalom %
0,2927	3,90	0,74
0,3273	4,32	0,71
0,3289	4,73	0,76
0,2936	3,91	0,74
0,2950	3,95	0,75
0,3298	4,42	0,72
0,2912	3,88	0,73

Az itt közölt adatok szerint az eljárás pontossága  $\pm 3\%$ , amit az irodalmi adatok is igazolnak (2).

Az összes vas — mely tartalmazza az ötvözött fémvasat, a ferro- és ferri-vegyületek vasát — meghatározása kénsavas-sósavas oldással és Zimmermann—Reinhardt szerinti titrálással történik. Vigyázni kell arra, hogy ha esetleg az oldás megkönyítésére salétromsavat is alkalmaztunk, úgy azt kénsav segítségével teljesen elűzzük. Ez ugyan hosszadalmas szárazra-párolást jelent, de elengedhetetlen. Pontos eredményt úgy nyerünk, ha a feltárt műkorundból határozzuk meg az összes vasat.

A legnagyobb feladatot a ferro- és ferri-vegyületek vastartalmának meghatározása jelenti ötvözött fémvas jelenlétében, mert savval az ötvözött fémvas oldódás közben hidrogént fejleszt és ez redukálhatja a jelenlévő ferrivasat. Ezzel kapcsolatban arra gondoltunk, hogy olyan fémmel kellene a kicementálást megpróbálni, amely nem oldódik hidrogénfejlődés mellett az alkalmazott savban. A réz és ezüst alkalmazásáról lehetne szó, azonban ezekkel végzett kísérleteink azt mutatták, hogy a jelenlévő ötvözött fémvasnak csak 50—55%-át sikerül ily módon kicementálni. Szóba jöhet az a megoldási lehetőség

is, hogy potenciometrikusan titráljuk meg a ferro-/ferri redox rendszert, — az ötvözött fémvas itt mint ferroion oldatba menne. Az eljárás többféle módon keresztülvihető: például a ferroiont oxidáljuk a titráló oldattal, vagy pedig a ferriiont redukáljuk erre alkalmas mérőoldattal. Leggyakrabban platina indikátor-elektrod alkalmazásával, káliumpermanganáttal<sup>8</sup>, bikromáttal<sup>9, 10, 11, 12, 13</sup> vagy cériumsókkal<sup>14, 15, 16</sup> titráljuk meg a ferroiont. Ez az eljárás ipari szempontból kevésbé alkalmas, mert a potenciométeres titrálóberendezés költséges és használata sem egyszerű feladat.

A fent említett módszerek helyett a ferro- és ferri-vegyületek vastartalmának meghatározására sokkal egyszerűbb eljárást találtunk. Utóbbinak lényege abban áll, hogy körülbelül 0,5 g. finomra porított korundot mérünk be; 1:1 kénsavval leöntjük és széndioxid áramban éppen forrásig hevítjük. Ez alatt az idő alatt az oldat színe kivilágosodik. Az oldatot Erlemeyer-lombikban kiforralt desztillált vízzel félig töltjük és széndioxid bevezetése közben lehűtjük.

Lehűlés után n/100 káliumpermanganáttal mikrobürettával rózsaszínig titráljuk.

A ferrivas redukálhatóságát vizsgálva, a következő kísérletet végeztük: p. a. vegyszerekből bemértünk 4,04 mg. ferrivasat, 4,16 mg. ferrovasat tartalmazó vegyületet és 21,30 mg. fémvasat. A közvetlen titrálásnál a ferro- és fémvas összegét kapjuk meg. Ebben az esetben 25,46 mg. vas helyett, amely a számított ferro- és fémvas összege, 25,21 mg. vasat kaptunk titrálás útján. Ez 1% relatív eltérést jelent. További kísérleteket végeztünk arra vonatkozólag is, hogy nagyobb mennyiségű ferriion miképpen befolyásolja az eredményeket. Hogy a valóságot jobban megközelítsük, ezeknél a kísérleteknél olyan műkorundot használtunk, amelyben csak ferro- és fémvasat tartalmazó vegyület volt és ehhez a műkorundhoz mértük hozzá a p. a. ferrioxidot (63% ferriion tartalommal). A kísérletek kiértékelése a II. számú táblázatban látható.

II. TÁBLÁZAT

Bemért műkorund mg.	Bemért p. a. ferrioxid mg.	Eltérés absz. %
500,5	50,0	0,70
500,2	40,0	0,60
500,3	32,4	0,25
500,0	20,0	0,19
500,0	10,0	0,05

A táblázat világosan mutatja, hogy csökkenő ferrivas mellett a redukció okozta hiba és az eltérés

<sup>8</sup> E. Müller: Zeitschrift. Anorg. Chem. 141, 111. (1924)

<sup>9</sup> H. H. Hildebrandt: Journal Am. Chem. Soc. 35, 847. (1913)

<sup>10</sup> J. C. Hostetter: Journal Am. Chem. Soc. 41, 1337. (1919)

<sup>11</sup> I. E. Kolthoff: Chemm. Week. Blad 16, 450. (1919)

<sup>12</sup> M. Apply: J. Am. Chem. Soc. 44, 2148 (1922)

<sup>13</sup> W. D. Treadwell: Helv. Chim. Acta. 2, 695. (1919)

<sup>14</sup> N. H. Furmann: J. Am. Chem. Soc. 50, 250. (1928)

<sup>15</sup> H. H. Willard: J. Am. Chem. Soc. 50, 1334. (1928)

<sup>16</sup> K. Someya: Zeitschrift. Anorg. Chem. 56, 168. (1927)



egyre kisebb lesz. Az utolsó adatnál egészen jelentéktelen, de még az utolsóelőtti adatnál is csekély hibát okoz. Az utolsóelőtti adatot kiértékelve, a következő számszerű eredményeket kapjuk: a ferroion- és fémvastartalom 10,35 mg, ezt a műkorunddal mértük be. Ez egyúttal összes vastartalma is, mert nincs benne ferrivasat tartalmazó vegyület. A hozzámért 20 mg ferrioxid 12,6 mg ferrivasat tartalmaz. 11,5 mg ferroion-titráltunk, ami azt jelenti, hogy 1,15 mg. a ferroion redukciójából származó eltérés. Ez körülbelül 9% relatív hibának felel meg. A műkorund elemzésénél tehát a gyakorlatban az utolsó esetről is kedvezőbb a helyzet, mert a műkorundban soha sincsen az ötvözött fémvas és ferrovas összegét meghaladó mennyiségű ferrivas, sőt a legtöbb esetben *M. V. Kamenecv*<sup>17</sup> szerint egyáltalán nem tartalmaz ferrivasat, azaz  $Fe_2O_3$ -ot.

*M. V. Kamenecv* adatait bizonyítják a miáltalunk talált adatok is. Ugyanis az általunk elemzett színes műkorundban nincs ferrivasat tartalmazó vegyület. Ezt bizonyítja a III. táblázat.

III. TÁBLÁZAT

Bemért műkorund mg	Ferro + ötvözött fém- vas tartalom %	Összes vas tartalom %
500	1,97	2,06
500	1,92	2,08
500	2,10	2,07
500	1,95	2,04
500	2,05	2,08

A III. táblázatban látható, hogy a megengedett hibahatárok között az összes vastartalom egyezik a fémvas- és ferrovastartalom összegével.

A lefolytatott vizsgálatok alapján a következő elemzési módszer alakult ki:

**Összes vas meghatározása.** A finoman porított műkorundot feltárjuk és szokás szerint *Zimmermann-Reinhardt* módszere szerint káliumpermanganáttal titráljuk.

**Ötvözött fémvas meghatározása.** A finoman porított műkorundból 0,3 g-ot mérünk be, higany(II)klo-

riddal és kiforralt desztillált vízzel elegyítjük. Forrásig hevítjük és 1—2 percig ezen a hőmérsékleten tartjuk. Az egész műveletet széndioxid áramban végzzük. Széndioxiddal telt lombikba szűrjük. A szűredéket 20 ml. 1:3 kénsavval megsavanyítjuk és 10 ml mangánszulfát-foszforsav oldatot adunk hozzá. Végül n/100 káliumpermanganáttal rózsaszínig titráljuk.

**Ötvözött fémvas + ferrovas tartalmú vegyületek együttes meghatározása.** A finoman porított műkorundból 0,5 g-ot mérünk be. Széndioxid áramban 1:1 kénsavval éppen forrásig hevítjük, amíg az oldat kivilágosodik. Széndioxid áramban kiforralt desztillált vízzel feltöltjük és lehűtjük. Végül n/10 káliumpermanganáttal mikrobiurettából rózsaszínig titráljuk.

Amint látjuk, a műkorundnak háromféle formában előforduló vastartalma gyorsan és könnyen meghatározható. A számítás elvégzése a következők figyelembevételével történik.

$Ferrovas = (ötvözött fémvas + ferrovas) - ötvözött fémvas$

$Ferrivas = összes vas - (ötvözött fémvas + ferrovas)$

$Ötvözött fémvas =$  közvetlenül határozzuk meg.

Pontosság:  $\pm 3\%$ .

A fenti vizsgálati módszerrel végzett műkorundelemzés adatait a IV. táblázatban foglaltuk össze.

IV. TÁBLÁZAT

Összes vas —	Ötvözött fém- + ferrovas	= Ferrivas	Ferrovas	Ötvözött fém vas
1,97 %	2,06 %	— 0,09 %	1,34 %	0,72 %
2,10 "	2,07 "	+ 0,03 "	1,33 "	0,74 "
2,05 "	2,98 "	— 0,03 "	1,37 "	0,72 "
2,05 "	2,02 "	+ 0,06 "	1,32 "	0,74 "

A vizsgált műkorundban a meghatározott ferrivas mennyisége elenyészően csekély, ez azonban nem zárja ki azt, hogy olyan üzemmenet mellett, amikor oxidáló körülmények lépnek fel, a műkorundban nagyobb mennyiségű ferrivas tartalmat ne találjunk. Az eljárás gyakorlati alkalmazása üzemi laboratórium részére nagy időmegtakarítást, ezzel kapcsolatosan gyors munkát tesz lehetővé.

eloxálással előállított rétegek korrózióállóak, jól szigetelnek és megfelelően festhetők. Az eljárás további ipari bevezetéséről a Kohó- és Gépipari Minisztérium által létesített felületkezelési Tanácsadó Szolgálat fog gondoskodni.

#### Előadássorozat

A Kohó- és Gépipari Minisztérium által létesített Felületkezelési Tanácsadó Szolgálat a H. T. I.-ben dolgozó kartársak részére előadássorozatot rendezett. Az előadásokon a különböző fémek korróziója által okozott károk megelőzését, a különböző fémfelületkezelések (festés, foszfátózás, galvanizálás stb.) által nyújtott előnyöket, a felhasználási lehetőségeket és fémbevonatok vizsgálati módszereit tárgyalták.

Különösen az alumínium felületi védelmével kapcsolatosan merült fel számos kérdés, amelyek azt bizonyítják, hogy a könnyűfémek felületvédelme még ma is sok felhasználó részére nem kielégítően ismert terület.

## Hírek

### Új eloxálási eljárások

A Fémipari Kutató Intézet a Kohó- és Gépipari Minisztérium által létesített Korrózióvédelmi és Fémfelületkezelési Csúcsbizottsággal karöltve a közelmúltban bemutatta a Fémipari Kutató Intézet által kidolgozott újabb alumínium eloxálási eljárásokat. A bemutatón a Kohó- és Gépipari Minisztérium részéről a legilletékesebb főosztályok képviselői és a legjobban érdekelt üzemek 29 dolgozója vett részt.

Az üzemi bemutatón a váltóáramú eloxálás és a folyamos huzaleloxálás került bemutatásra.

Az eloxálással foglalkozó vállalatok a váltóáramú eloxálást nagy érdeklődéssel tanulmányozták, tekintettel arra, hogy ez az új eljárás nem igényel költséges és nehezen beszerezhető egyenáramú áramforrást. Ehhez az újfajta anódikus oxidációhoz ugyanis bármilyen váltóáramú, szabályozható transzformátor is megfelel. A váltóáramú

<sup>17</sup> Mesterséges csiszolóanyagok. 13. old. (1951)



## Hozzászólás Timár Vilmos "Alumíniumkohók energiagazdálkodása" c. előadásához

SZEKÉR GYULA II. é. aspiráns

Moszkvai Színesfém Intézet

Timár Vilmosnak a Kohászati Lapok 1951. decemberi számában megjelent „Alumíniumkohók energiagazdálkodása” c. cikke rendkívül nagy anyagoztól fel. Ez a hozzászólás csak az áramhatásfok kérdéseire korlátozódik.

A cikk első részében az áramhatásfok elméleti kérdéseiről, a második felében az áramhatásfok emelését célzó gyakorlati módszerekről lesz szó.

I. Fedotjev fogalmazta meg leghelyesebben a fémvesztés mechanizmusát olvadáskor elektrolízisének. Szerinte a fémvesztés mechanizmusa a következő:

1. A katódon kivált fém egy része oldódik az elektrolitban,

2. az elektrolitban oldott fém a katódtól az anódhoz kerül,

3. itt egyesül az anódtermékekkel a kiindulási sóvá vagy oxiddá.

A fém igen gyorsan oldódik az elektrolitban, így a felületi réteg mindig telített. Lassabb folyamat a diffúzió a telített rétegből. A fémkoncentráció az anódnál szintén igen kicsi, mivel az elektrolitban oldott fém igen gyorsan reagál az anódgázokkal. Az oldott fém részben oxidálódik a levegő oxigénjével.

A fentiekre különböző tényezők gyakorolnak befolyást. Az elektrolitban megfigyelhetők intenzív konvekciós áramok; az elektrolit állandó mozgásban van. Az áramsűrűség növelésével a fémkiválás a katódon, másrészt a gázkiválás az anódon élénkebb lesz, azaz az elektrolit cirkulációja meggyorsul.

Minél kisebb a pólustávolság, az oldott fémnek annál nagyobb mennyisége kerül érintkezésbe az anódtermékekkel. Ellenkezőleg, minél nagyobb a pólustávolság, a fémvesztés annál kisebb. A hőmérséklet emelése jelentősen növeli a fémvesztést; növekedik az oldódási sebesség, a fém diffúziója, a fém reakciója az anódgázokkal és a levegővel.

A) Az áramhatásfokot a különböző tényezők függvényeiben először Lorenz vizsgálta.

Számszerű adatok alapján ő a következő egyenletet javasolta:

$$\eta = 1 - \frac{K}{I^n}$$

$\eta$  — áramhatásfok,

$K$  és  $n$  — állandók,

$I$  — áramsűrűség.

B) Drossbach az áramhatásfokot a következő egyenlettel fejezte ki:

$$\eta = 1 - \frac{C}{Iq}$$

$Iq$  — az elméletileg kiválasztott fém mennyisége ( $I$  — áramerősség,  $q$  — elektrokémiai ekvivalens),

$C$  — az a fém mennyisége, mely a katód felületéről az időegységben az anódtérbe jut.

Felmerül az a kérdés, hogyan kell  $C$ -t meghatározni. Az elektrolízisnél élénk gázkiválás figyelhető meg az anódon. Hogy  $C$ -t meghatározzuk, ismerni kell:

az áramlás sebességét a katódnál,

a fém oldódásának sebességét,

az elektrolitréteg telítettségének fokát.

Ezek meghatározása azonban igen nehéz feladat. Drossbach úgy vélte, hogy a katód felületéről elszállított fém mennyisége  $C$  arányos az elektrolit áramlás sebességével a katódnál; a sebesség arányos a gázbuborékok átmérőjével. Az áramlás sebességét Drossbach Reynolds kritériumával fejezi ki

$$V = \text{const} \sqrt{r}$$

$r$  — a gázbuborékok átmérője.

A továbbiakban elfogadja, hogy a gázbuborékok sugara arányos az áramsűrűséggel —  $D$ .

$$r = \text{const} \sqrt{D}$$

mivel  $\nu \cong \epsilon$  állandó elektródatávolságnál, írhatjuk

$$C = \text{const} \sqrt{D}$$

ahonnan

$$\eta = 1 - \frac{C}{Iq}$$

$$1 - \frac{\text{const} \sqrt{D}}{D} = 1 - \text{const} D^{-0,5}$$

ami Drossbach véleménye szerint jól megegyezik Lorenz számításaival

$$\eta = 1 - \text{const} D^{-0,55}$$

(nála az  $n$  állandó számértéke 0,55).

Azonban, mint szovjet kutatók bebizonyították, a gázbuborékok átmérője nincsen egyenes összefüggésben az áramsűrűséggel, hanem az összefüggés sokkal bonyolultabb közöttük.

Nézzük meg, hogyan nyúltak hozzá szovjet kutatók ehhez a bonyolult kérdéshez. Az „Alkalmazott kémiai folyóirat”-ban 1950 N° 9.942 old. összefoglaló és bíráló cikk jelent meg Abrámov tollából.

A Szovjetunióban néhány éve igen érdekes és még a mai napig megnyugtatóan el nem döntött vita folyik az áramhatásfokot befolyásoló tényezők szerepéről, másrészt az áramhatásfok matematikai megformulázásáról.

C) Még 1936-ban Abrámov a következő egyenletet javasolta:

$$\eta = K \frac{1}{DI}$$



$l$  — elektródatávolság,  
 $D$  — közepes áramsűrűség,  
 $K$  — állandó.

A  $K$  állandó függ az elektrolit és fém természetétől, a kád szerkezetétől és a hőmérséklettől. A  $K$  állandó értéke első esetben a kísérleti adatokból állapítható meg, ismerve az áramhatásfokot is.

Később, 1940-ben Abrámov meghatározta a  $K$  állandó értékét a hőmérséklet függvényében.

$$K = \left( \frac{t_1 - t}{t_1 - t_2} \right)^n$$

$t_1$  — az olvadt só v. fém forráspontja attól függően, hogy melyik alacsonyabb,

$t_2$  — az a hőmérséklet, melynél a fém oldása az olvadékokban nulla v. igen közel van hozzá,

$t$  — kísérleti hőmérséklet.

Drossbach egyenletéből  $\eta = 1 - \frac{C}{Iq}$  és

Abrámovéból  $\eta = K^{\frac{1}{Dl}}$  kifejezhető  $C$ ; a fémvesztesség

$$C = Iq \left( 1 - K^{\frac{1}{Dl}} \right)$$

(Nyilván sajtóhiba van Timár Vilmos cikkében, mert ott a következő található: „a fémtermelés mennyiségét Abrámov a fenti képlettel fejezi ki.”)

Vita alakult ki Abrámov és Alabüsev között, hogy az áramsűrűség milyen hatással van az áramhatásfokra. Abrámov szerint mind a katód-, mind az anód-áramsűrűség növelése növeli az áramhatásfokot. Alabüsev szerint csak a katódáram sűrűség növelése, míg az anódáram sűrűség növelése csak a munkafeszültség növeléséhez vezet és az áramhatásfokra lényegében hatástalan. (Mindketten kísérleti adatokkal bizonyítják állításukat.)

A kísérleti adatokat megelőzve Abrámov kísérleti eredményeit a következőkben lehet összefoglalni:

1. A fém oldódása nem egyforma az egész katód-felületen. A katód közepén, azaz közvetlenül az anód alatt intenzívebb, mint a féműkör szélén. Ezt bizonyítja az, hogy a katód-fém felületének növelésével növekedik a fémvesztesség, de az 1 cm<sup>2</sup>-re eső fémvesztesség csökken.

2. Megállapították, hogy minél nagyobb az áramerősség, annál nagyobb az áramhatásfok, ugyanazon áramsűrűségnél.

Rosinján bírálta Abrámov egyenletét. Azt állítja, hogy nem fejezi ki a valóságot, mert az áramhatásfok csak  $D = 0$ -nál lesz nullával egyenlő. Mivel  $K$  valódi tört.

$$\left( \frac{1}{q} \right)^{\frac{1}{D}} = \frac{1}{q^{\infty}} = 0$$

A valóságban azonban már egy „kritikus áramsűrűségnél” nulla lesz az áramhatásfok.

D) Alabüsev más típusú egyenletet állított fel. Szerinte a döntő tényező a fém oldódása az olvadékokban. Az oldódás pedig jelentősen növekszik a hőmérséklet növelésével. A fém oldódása az olvadékokban arányos a fémtenzióval. Ezen az alapon a Clausius-Clapeyron egyenlet segítségével vezeti le Alabüsev

az áramhatásfok kiszámítására szolgáló egyenletet. A gőznyomás függését a hőmérséklettől kifejezi a

$$d \ln p = \frac{\lambda}{RT^2} dT$$

egyenlet, mely az integrálás után és mivel feltételezzük, hogy  $\lambda \neq f(T)$

$$\log p = -\frac{A}{T} + B$$

ahol az  $A$  és  $B$  állandók.

Ha az oldódás intenzitása arányos a tenzióval és ha a fémvesztést lényegében a fém olvadékokban való oldódása határozza meg, a fentivel analóg egyenletet írhatunk fel:

$$\log b = -\frac{a}{T} + \beta$$

ahol  $a$  és  $\beta$  állandók, melyeket kísérletileg lehet megállapítani,

$T$  — abszolút hőmérséklet,  
 $b$  — fémvesztesség.

Ha  $\gamma$  — elektrokémiai ekvivalens,  
 $I$  — áramerősség,  
 $t$  — idő,

akkor az időegységben

$$\eta = \frac{\gamma \cdot I - C}{\gamma \cdot I} = 1 - \frac{C}{\gamma I} = 1 - b$$

$$C \text{ — fémvesztesség } \frac{C}{\gamma I} = b$$

A kísérleti adatokból  $b$ -t ismerjük (ha az áramhatásfokot kísérletileg meghatároztuk)  $T$ -t ismerjük, így a két kétismeretlenes egyenletből  $a$  és  $\beta$  értékei meghatározhatók.

Pl.

$T^\circ K$	$\log b$	$b$	számított $\eta$	kísérleti $\eta$
863	0,84	6,9	93,1	93,1
1013	1,9	79,5	20,5	20,05

kapjuk a következő egyenletet:

$$\log b = \frac{6120}{T} + 794$$

A további megfontolásokhoz Alabüsev Fick első törvényéből indul ki, a következő indoklással:

a féműkör fölött mindig telített réteg van, viszont lassan megy végbe a diffúzió ebből a rétegből. Ezért az oldódás sebességét a fém diffúziósebessége szabja meg.

$$\frac{dx}{dt} = \frac{D \cdot F}{\delta} (q - x)$$

$F$  — felület,  
 $D$  — diffúzióállandó,  
 $\delta$  — felületi réteg vastagsága,  
 $q$  — fémkoncentráció a felületi rétegben,  
 $x$  — fémkoncentráció az  $x$  pontban.

$x$  gyakorlatilag  $= 0$ , mert az anódhoz közel nincs fém az olvadékokban. Állandó hőmérsékleten  $D, q, \delta$  állandók és



$$\eta = \frac{I \gamma t - c}{I \gamma t} = 1 - \frac{C}{\gamma \cdot I \cdot t} = 100 - \frac{\text{const}}{\gamma} \cdot \frac{F}{I}$$

százalékban egy órára kifejezve.

Abban az esetben, amikor a fémfelület maga a katódfelület, akkor

$$\frac{I}{F} = D_k \quad D_k - \text{katódáramsűrűség, tehát}$$

$$\eta = 100 - \frac{b}{D_k}; \quad \text{ahol}$$

$$b = \frac{\text{const}}{\gamma} \text{ a fémvesztés százalékban, amikor } D_k = 1.$$

Ilyen módon az áramhatásfok csak a katódáramsűrűségtől függ. Ez az elképzelés az alumínium elektrolízisének nem felel meg a valóságnak, mivel az elektrolit keverése függ az anódáramsűrűségtől, az elektrolit mozgásának növelésével pedig nyilván növekedik a katód fém vesztesége is.

E) Rosinján egyenletének megértéséhez definiálni kell a „kritikus áramsűrűséget”. Ez az az áramsűrűség, melynél az időegységbeni fémvesztés egyenlő a katódon kiváló fém mennyiségével, következésképpen az áramhatásfok nulla. Magasabb áramsűrűségnél az áramhatásfok pozitív, alacsonyabb áramsűrűségnél az áramhatásfok negatív. Ha fémét teszünk saját sójának oldadékába, a fém oldódik. Hogy a fémvesztéseket kompenzáljuk, elektrolízist kell indítani. Míg az áramsűrűség a „kritikus áramsűrűséget” el nem éri, a fémvesztés nagyobb, mint az elektrolízissel termelt fém (az áramhatásfok negatív). Ha az áramsűrűség a „kritikusnál” magasabb, az áramhatásfok növekedik (pozitív értelemben).

Az áramsűrűséget Rosinján a „kritikus” áramsűrűség egységében fejezi ki:

$$D' = \frac{D}{D_{\text{kritikus}}}$$

Vegyük a katód felületét egységnyiinek,  $\gamma$  jelölje az egy Coulomb által kiválasztott fém mennyiséget  $D'$  katódáramsűrűségnél. Ha  $D$  megváltozik  $D'$ -re,  $\gamma$  megváltozik  $d\gamma$ -ra. A kiváló fém mennyiség változása arányos a fémvesztéssel és fordítva arányos az áramsűrűséggel.

$$d\gamma = K \frac{(\gamma_0 - \gamma)}{D'} dD'$$

Integrálás után

$$-\ln(\gamma_0 - \gamma) = K \ln D' + \text{const}$$

Hogy a const értékét megállapíthassuk  $D' = 1, \gamma = 0$

$$\ln \frac{\gamma_0}{\gamma_0 - \gamma} = K \ln D'$$

mivel

$$\frac{\gamma}{\gamma_0} = \eta \text{ és } \frac{D}{D_{\text{kr}}} = D' \text{ írhatjuk}$$

$$\frac{1}{1-\eta} = \frac{D_{\text{kr}}}{D} \quad \eta = 1 - \frac{D_{\text{kr}}}{D}$$

Mivel a fémvesztés annál kisebb, minél nagyobb az elektródátávolság, javasolja a következő egyenletet:

$$\eta = 1 - \frac{(D_{\text{kr}})^K}{D^K} \cdot \frac{1}{l^K}$$

$l$  — elektródátávolság,

$D_{\text{kr}}$  — „kritikus áramsűrűség”  $l = 1$  cm-nél.

A továbbiakban elfogadjuk Alabüsev egyenletét, mely szerint a fémvesztés arányosan nő a fém-tenzióval.

$$\log b = -\frac{a}{T} + \beta; \quad b = e^{-\frac{a}{T} + \beta} \text{ vagy } b = Ae^{-\frac{B}{T}}$$

(Mivel éppen a „kritikus” áramsűrűségnél a termelt fém mennyiség egyenlő a fémvesztéssel.) Ezt az előbbi egyenletbe behelyettesítve, kapjuk Rosinján végső képletét az áramhatásfok meghatározására.

$$\eta = 1 - \frac{A_{\text{ke}} e^{-\frac{B_K}{T}}}{l^K D^K}$$

Abrámov analízálva a fenti egyenleteket, kimutatott néhány hiányosságot. Először is  $\gamma_0$  függ az áramsűrűségtől  $\gamma_0 = Dq$  ( $q = 1$  A által 1 óra alatt leválasztott fém mennyiség). Másodszor, a „kritikus áramsűrűség” meghatározása rendkívül nehéz feladat és maga a szerző sem adja meg. Közös hibája Alabüsevnek és Rosinjának — írja Abrámov — hogy nem tesznek különbséget a fém oldása és a fémvesztés között.

A fenti tudományos vita igazolja, hogy milyen nagy jelentősége van a vélemények szabad kicserélésének, a vita szabadságának, amint erre Sztálin elvtárs nyelvtudományi cikkei rámutatnak.

## II. Az áramhatásfokot befolyásoló tényezők:

1. **Hőmérséklet.** Az ipari kádaknál a modern alumíniumkohászatban 930–950° C között van az elektrolit hőmérséklete. A hőmérséklet növelésével jelentősen növekedik a fémvesztés, tehát az áramhatásfok csökken. A hőmérsékletet azonban csak egy bizonyos határig lehet csökkenteni, mert azon túl az elektrolit olyan viszkózus lesz, hogy ismét csökken az áramhatásfok. Kissé savanyú fürdő,  $\text{CaF}_2$ , de még inkább  $\text{MgF}_2$  hozzáadása 5–10% közötti mennyiségben lehetővé teszi 920–930° C-ra csökkenteni a fürdő hőmérsékletét.

Az  $\text{MgF}_2$  adagolása 7,5%-ban lehetővé teszi kb. 50° C-al csökkenteni a fürdő hőmérsékletét, azaz az elektrolízist 910–920° C-on folytatni. Megjegyzendő, hogy az Mg csak néhány század százaléknyi mennyiségben szemmezi a fémét.

Az alábbi táblázatban szovjet üzemi átlagok találhatók:

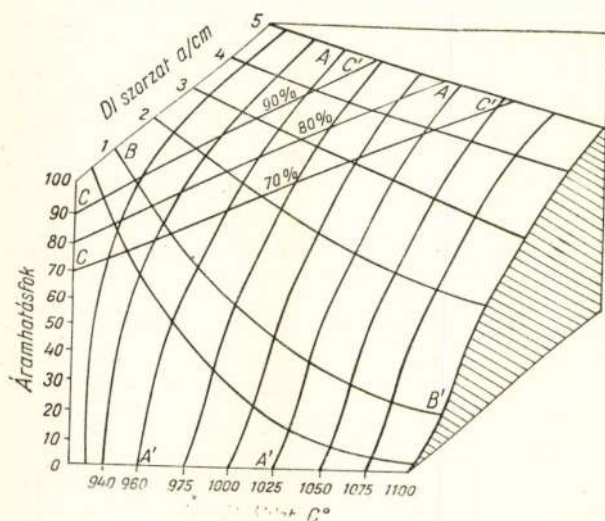
Elektrolit hőmérséklete	áramhatásfok	Energihatásfok g Al/kwó
959,1	79,15	53,13
954,9	80,44	55,65
953,6	80,50	56,41
952,9	81,67	57,15
951,2	84,63	58,75
948,5	85,88	59,98



Az adatokból világos, hogy milyen jelentős hatása van a hőmérséklet csökkentésének az áram- és energiahatásfok növelésére.

Ugyancsak ezt bizonyítja az alábbi ábra is. Az 1. sz. ábra axonometrikus projekcióban grafikusan ábrázolja az áramhatásfok függését egyidejűleg az elektrolit hőmérséklete és a  $DI$ -szorzat függvényében ( $D$  — áramsűrűség,  $l$  — pólustávolság). Az 1. sz. ábra grafikusan ábrázolja az azonos hőmérsékletek vonalát —  $AA'$ , az azonos  $DI$ -szorzatok vonalát —  $BB'$  és az azonos áramhatásfokok vonalait —  $CC'$ , ami lehetővé teszi az áramhatásfok könnyű meghatározását, ismerve a hőmérsékletet és a  $DI$ -szorzatot. Így pl. ha a  $DI$  szorzat = 2 és az elektrolit hőmérséklete  $950^\circ\text{C}$ , az áramhatásfok kb. 90%, a hőmérséklet növelésével  $975^\circ\text{C}$ -ig az áramhatásfok kb. 75%-ra süllyed.

(Az 1. ábra Abrámov cikkéből való, mely a Leningrádi Politechnikai Intézet 1951-es évkönyvében jelent meg.)



1. ábra. Áramhatásfok  $D \cdot l$  szorzat és hőmérséklet függvényében.

2. Az elektrolit összetétele. A legutóbbi kísérleti adatok szerint a legkisebb a fémvesztés, tehát legnagyobb az áramhatásfok a 2,7—2,8 kriolit viszonyánál ( $\text{pH} = 6,8\text{—}6,9$  körül). Itt szintén megemlítendő, hogy a  $\text{CaF}_2$ , de különösen  $\text{MgF}_2$  adagolása jelentősen csökkenti a fémvesztést.

Lúgos elektrolitokban növekedik a katódon a Na-ionok kislése, ami áramot fogyaszt, ezenkívül lehetséges az Al kisorsítása Na-al.



Savanyú elektrolitokban az Al az  $\text{AlF}_3$ -al szubvegyületet ad:



2,7—2,8 kriolit-viszonyánál valószínűleg nincs Na-kislés a katódon, valamint minimális az Al kisorsítása Na-al, másrészt a szubvegyület képződés mégkevésbé valószínű. A kísérleteknél tapasztalt jelenségek erre mutatnak.

A  $\text{CaF}_2$  5—7%-os adagolása növeli a vezetőképességet, csökkenti az elektrolit hőmérsékletét, csök-

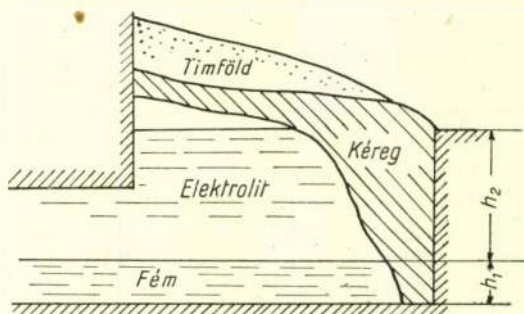
kenti a viszkozitást, felületileg nem aktív, a katódra jó hatása van, mivel csökkenti a katódblokkban a kapilláris nyomást, ezzel növeli az élettartamát. Hátránya, hogy az elektrolit sűrűsége növekszik, ez azonban 10%  $\text{CaF}_2$ -tartalomig nem jelentős.

3. Mind a katód-, mind az anódáramsűrűség növeli az áramhatásfokot. Itt új az, hogy míg régebben az anódáramsűrűségnél lényegesen kisebb volt a katódáramsűrűség, ma ismeretes olyan irányzat, hogy közeledik a katódáramsűrűség az anódáramsűrűséghez. Ez azt jelenti, hogy a fémtükör felületét mintegy 50%-ára „összeszorítják”.

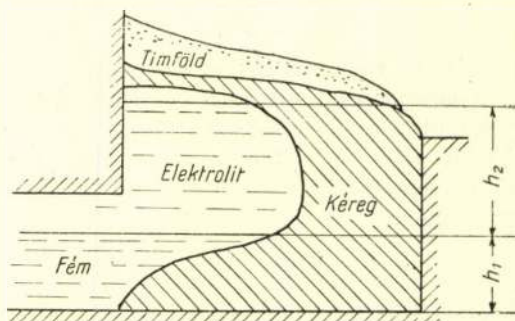
4. Nem közömbös az áramhatásokra a fürdő és fém mennyisége. Helyes magas fémnívóval járni a kádakat, több okból is.

25—30 cm a célszerű fémnívó csapolás előtt és 15—20 cm csapolás után. (Ez természetesen a kádak nagyságával változik.) Az elektrolit és fémréteg vastagsága kb. 1:1.

A hidegjáratási módszerrel  $\text{CaF}_2$  adagolás esetén egyensúlyilag kialakul a vastag kéreg, mely jó elektromos szigetelő.



2a) ábra.



2b) ábra.

A 2/b. ábra Masovec Forsblom: Az alumínium elektrometallurgiája (1951) c. könyvéből való.

A fenti (2.) ábrák két kéregképzési módszert mutatnak. Bizonyos, hogy magasabb áramhatásfok érhető el a b) szerinti magas fémnívóval, kis fémtükörrel, vastag kéreggel.

A magas fémnívó esetén a fémtömeg hűti a katódot, kiegyensúlyozza az anód alatti és a szélek közötti jelentős hőmérsékletingadozást. A katód hűtése növeli a blokkok élettartamát. A magas fémnívó csökkenti a fürdő hőmérsékletét is.

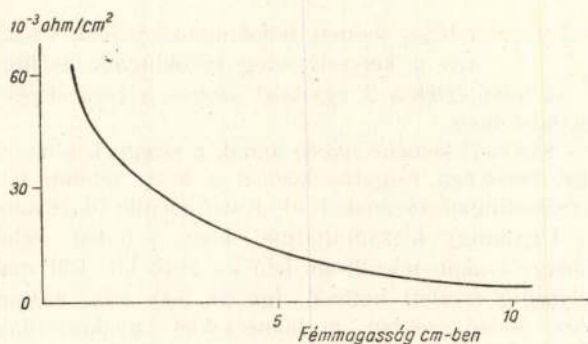
Továbbá fontos, hogy a magas fémnívó javítja a kontaktust a katódblokk és a fém között. A fém mint-



egy behatol a katódblokk nyílásaiba és növeli az érintkezési felületet (3. sz. ábra).

A kontaktus ellenállásának függése a fém-  
gasságtól (laboratóriumi kísérletek):

Fém-magasság cm-ben	Kezdeti ellenállás $10^{-3}$ ohm/cm <sup>2</sup>
0,6	63,0
2,0	32,0
3,7	16,6
5,0	12,3
8,4	10,0
11,2	7,5



3. ábra

Megemlítendő, hogy a b) ábra szerinti elektro-  
lízis az áram erővonalait másképp szabályozza, mint  
az a) szerinti. A tapasztalat és a kísérletek szerint a  
b) szerinti előnyösebb az áramhatásfok növelése  
szempontjából.

## IRODALOM:

1. G. A. Abrámov: Al-kádák energiafogyasztása és az  
áramsűrűség. „Metallurg” 1936. No. 9. 13. old.
2. B. Bajmakov: Elektrolízis a kohászatban. III. kötet.  
1946. 14—22. old.
3. B. Bajmakov: Elektrolízis a kohászatban. II. kötet  
1944. 59—74. old.
4. B. Bajmakov: Az alumínium-elektrolízis technikájának  
fejlődése. „Színesfémek” No. 2. 1947. 44. old.
5. A. F. Alabüsev: A Faraday-törvény és az áramhatás-  
fok a sóoldatok elektrolízisének. „Alkalmazott ké-  
miai folyóirat”. 1947. No. 6. 558. old. és 1947. No. 7.  
597. old.
6. Abrámov és Kosztrokov: Az áramsűrűség, a pólus-  
távolság és a hőmérséklet befolyása az áramhatásokra  
a CdCl<sub>2</sub> elektrolízisének. „Alkalmazott kémiai folyóirat”  
1949. No. 6. 578. old.
7. Abrámov és Zernjakov: A katód- és anódáramsűrűség  
hatása az áramhatásokra az PbCl<sub>2</sub> elektrolízisének. „Al-  
kalmazott kémiai folyóirat”, 1950. No. 10. 1056. old.
8. T. A. Abrámov: Néhány megjegyzés Rosinján cikké-  
hez, melyet az „Alkalmazott kémiai folyóiratban” pub-  
likált. „Alkalmazott kémiai folyóirat”, 1950. No. 9. 942.  
old.
9. A. L. Rosinján: Áramhatások az oldatok elektrol-  
ízisének. „Alkalmazott kémiai folyóirat”, 1948. No. 7.  
755. old. és „Színesfémek”, 1948. No. 5. 45. old.

## Rézfinomítás forgódobos kemencében

dr. GELEJI SÁNDOR és SCHEY JÁNOS

(II. rész.)

A következőkben megvizsgáljuk a hőmérleg  
egyes tételeit, és megkísérölünk általános érvényű kö-  
vetkeztetéseket levonni.

A hőmérleg legmeglepőbb eredménye az, hogy a  
kemence termikus hatásfoka több mint 30%. Ha  
összehasonlítást teszünk hasonló méretű álló lán-  
gkemencék hőmérlegével, azt találjuk, hogy azok a  
bevezetett melegmennyiségnek csupán 6—15%-át  
hasznosítják [3]. A hőkihasználás növelése álló ke-  
mencéknél csak a füstgázok melegének egyébirányú  
kihasználása (gőzfejlesztés, levegő előmelegítés)  
révén lehetséges. A legkorszerűbb, nagyméretű lán-  
gkemencék is 9% olajat igényelnek a raffináló műve-  
lethez [1, 5], ugyanakkor a forgódobos kemence a  
kísérleti adag tartama alatt csupán 5%-ot fogyaszt.  
Szennyezettebb réz feldolgozása esetén termé-  
szetesen a forgódobos kemence tüzelőanyagfogyasz-  
tása is nagyobb, de hosszú évek tapasztalata alapján  
10% fölé csak a legritkább esetben emelkedik. E meg-  
lepő tény magyarázatára meg kell vizsgálnunk a hő-  
közlés módját az álló és forgódobos kemencében.  
Álló kemencében a hőközlés egyedül a fürdő felszínén  
keresztül történik. Mihegyt vastagabb salakréteg  
keletkezik a felületen, a hőátadás már lényegesen le-  
lassul. Forgódobos kemencénél a fürdő felületén ke-

resztül történő hőközlés alárendelt szerepet játszik,  
és a betét felmelegítése nagyrészt a bélés útján  
történik, mert a kemence forgatásával az adag min-  
dig meleg bélésrészleggel érintkezik. Számszerűen  
meglehetősen nehéz megfogni a viszonyokat, mivel a  
hőátadási tényezők csak megközelítően határozhatók  
meg, ez a megközelítő pontosságú számítás azonban  
céljainknak teljesen megfelel. A fürdőnek a kemence-  
atmoszférával érintkező felületén [f] átadott meleg  
[7]

$$q_1 = \alpha_1 f \text{ [kcal/sec]} \quad 1$$

ahol  $\alpha_1$  = a melegátadási tényező a lán-  
g és a betét között, a betét szabad felületének négyzet-  
méterére vonatkoztatva. Jelen esetben  
értéke kb. 12 kcal/m<sup>2</sup> sec. lehet.

Példánkban tehát

$$q_1 = 12,5,5 = 66 \text{ kcal/sec.}$$

Álló kemencében csak ez a meleg állna rendelkezésre a betét felmelegítésére, viszont forgódobos  
kemencében ehhez még hozzájárul a bélés által  
átadott melegmennyiség. A hőközlésben részvevő  
bélésfelület egy óra alatt



$$Q = \Theta \cdot F_b \cdot n \sqrt{\frac{2}{\pi} \cdot \lambda \cdot c \cdot \gamma \cdot t_o} \text{ [kcal/h]}$$

meleget ad át a fürdőnek [7].

Fenti képletben

$\lambda$  = a kemencebélés melegvezetési tényezője kcal/m. h. C°,

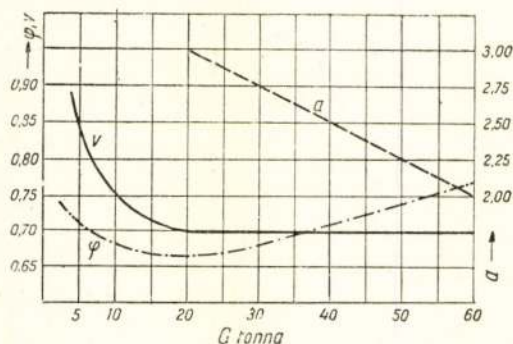
$c$  = a kemencebélés fajhője kcal/kg, C°,

$\gamma$  = a kemencebélés fajsúlya kg/m³,

$t_o$  = egy periódus (körülforgás) ideje, h,

$\Theta$  = a kemencebélés legnagyobb felületi hőmérsékletingadozása a középértéktől számítva C°,

$F_b$  = a melegátadásban egy periódus (körülforgás) folyamán részvevő felület m²,



16. ábra. A kemence alakját képező együtthatók értékei a befogadóképesség függvényében.

$n$  = a periódusok száma óránként.

A kísérleti kemence megfelelő értékeinek behelyettesítésével

$$Q = 150 \cdot 22 \cdot 60 \sqrt{\frac{2}{\pi} \cdot 1,4 \cdot 0,285 \cdot 2200 \cdot 0,0167} = 600,000 \text{ kcal/óra}$$

A másodpercenként átvitt meleg

$$q_2 = \frac{Q}{3600} = \frac{600,000}{3600} = 167 \text{ kcal/sec.}$$

A betét az időegységben tehát  $q_1 + q_2 = 66 + 167 = 233$  kcal meleget vesz fel, ebből 167 kcal-t, tehát több mint 70%-ot a kemence forgatásának következtében a bélés ad át. Más szavakkal: a forgódobos kemencében ugyanannyi idő alatt négyszerannyi meleget tudunk az adaggal közölni, mint az álló lángkemencében. Ennek megfelelően az adagtartam is átlagosan a negyedére csökken le, ezáltal a kemence állandó jellegű veszteségei is rövidebb ideig érvényesülnek, és a kemence termikus hatásfoka erősen javul.

A füstgázok által átvitt meleg [6] a hőmérséklet függvénye. A számbajövő hőmérsékleti határok között az érzékelhető melegtartalom a távozó füstgázok hőfokával közel egyenesen arányos, ezért az egyszerűség kedvéért a mért füstgázhőmérsékletek középértékével számolhatunk.

A veszteségtételek közül meglepően kicsiny a kemence külső felülete által a környezetnek leadott meleg. Álló kemencéknél a bojtózat kímélése érdekében a felület hűtőhatását a tűzálló réteg vastagságá-

nak csökkentésével kell növelnünk, ugyancsak hűteni kell a kemence fenekét is. Mindezek következménye az, hogy a nagy felületi hőmérsékletű falazat a bevezetett melegmennyiség 10–35%-át a környezetnek adja át [3]. A forgódobos kemencében a bélés lehűtéséről a rézfűrdő gondoskodik, aggodalom nélkül növelhetjük tehát a bélés vastagságát. A kemence külső felületi hőmérséklete így kicsi lesz. A kísérleti mérések szerint a 135 C fokos felületi hőmérséklet gyakorlatilag állandó, ami arra mutat, hogy a hőmérsékletingadozás csak vékony bélésrétegre terjed ki: Ennek a rétegnek a vastagsága [7]

$$x = \sqrt{\frac{\lambda \cdot t_o}{c \cdot \gamma \cdot \pi}} \cdot \frac{\log r}{\log e} \text{ [m]} \quad 3$$

ahol  $\gamma$  = a bélés felületi hőfokingadozásának viszonya a keresett réteg hőfokingadozásához.

A többi érték a 2. egyenlet azonos jelzésű értékekkel felel meg.

Kísérleti kemencénkben annak a rétegnek a mélysége, amelyben forgatás közben a bélés felületi hőmérsékletingadozásának 1/100-része jelentkezik 16 mm.

Ugyanúgy kiszámíthatjuk, hogy a hideg betét beadagolásakor jelentkező lehűlés csak kb. 100 mm mélységig érzékelhető hatását, így az 500 mm vastag bélés külső részén a hőmérséklet gyakorlatilag állandó.

A fenti kísérleti eredmények és a rendszeres üzemi tapasztalatok elegendő támpontot nyújtanak arra, hogy a szokásos befogadóképességű forgódobos kemencék főméreteinek megállapítását elméleti alapokra helyezzük. Az alábbi módszer alapján számos kemence terve készült el a külföld számára (Givet, Le Havre, Outo-Kumpu, Swansea stb.).

Az elméleti megfontolások és a levezetés mellőzésével itt csak a kemence főméreteinek megállapítására alkalmas végeredményt közöljük.

A  $G$  tonna névleges befogadóképességű kemence belső átmérője

$$D = \varphi \sqrt[3]{G} \text{ [m]} \quad 4$$

és hossza

$$L = a \cdot D \text{ [m]} \quad 5$$

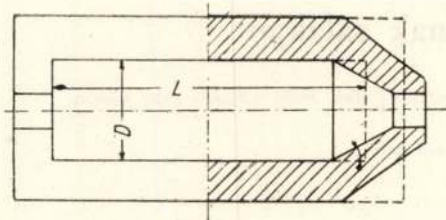
3–60 tonna befogadóképességű kemencékre  $\varphi$  és  $a$  értékeit a 16. ábráról olvashatjuk le. A számítási módszer figyelembe veszi azt, hogy a kisméretű kemencék befogadóképessége a bélés kopásával rohamosan nő. A gyors beolvadás biztosítására ilyenkor is megfelelő lángterfogatnak kell rendelkezésre állnia, ezért az egy tonna betétre jutó ún. n. fajlagos kemencetérfogat (a 16. ábrában a  $v$ -görbe) kis kemencéknél nagyobb.

Ezzel a kemence belső hosszát és átmérőjét meghatároztuk. A bélés vastagságát 20 t-ig 500 mm-re, 20–30 t-ig 600 mm-re, ennél nagyobb kemencéknél a feldolgozásra szánt réz szennyezettségétől függően nagyobbra vesszük, és így megkapjuk a kemence külső méreteit (17. ábra). Ezután a kemence két végét kúposan leszűkítjük, úgyelve arra, hogy a belső térfogat ne változzon. A kúp csúcsszögét ne vegyük 30–35 foknál nagyobbra, hogy a kemence kiürítésekor a darukötélen függő üst még jól a kiöntőnyíláshoz közel férhessen. A tüzelőnyílás nagyságát a be-



rakni kívánt anyag legnagyobb mérete szabja meg, nem célszerű 500 mm-nél kisebbre venni. A füst-lehúzónyílás átmérőjét is elsősorban gyakorlati tényezők szabják meg, 450 mm-nél kisebbre nem vesszük, mert különben a salaklehúzás, buzgatás nehézségekkel járna.

A kemence főméreteinek megállapítása után meghatározzuk a kemence égőjének nagyságát, vagyis az óránként elégetendő tüzelőanyag mennyiségét. A tüzelőanyagszükségletet az alábbi gondolatmenet alapján számítjuk ki [8]. A kemence  $V_1$  térfogatú lángterébe  $i$  másodperc alatt a tüzelőoldalon  $Q_1$  melegmennyiség lép be, ugyanannyi idő alatt a füstgázok-



17. ábra. A forgódobos kemence körvonalainak megállapítása.

kal  $Q_2$  melegmennyiség távozik a lehúzó oldalon, a közben leadott  $Q_1 - Q_2$  melegmennyiség részben a betétet melegíti, részben hővesztésként jelentkezik. Tehát

$$Q_1 - Q_2 = i (q_1 + q_2 + q_v)$$

ahol

$q_1$  = a betét felületén átadott melegmennyiség kcal/sec.

$q_2$  = a bélés által a betéttel közölt melegmennyiség kcal/sec.

$q_v$  = a kemence melegvesztése kcal/sec.

A  $q_1$  az 1. egyenlet alapján számítható,  $q_2$  a 2. egyenletből 3600-zal való osztás útján kapható. A felületi melegvesztés a leveztetés mellőzésével

$$q_v = 1,1 F_k [kcal/sec] \quad 6$$

ahol  $F_k$  = a kemence külső felülete  $m^2$ .

A lángtérbe  $i$  másodperc alatt bevezetett  $Q_1$  melegmennyiséget a lángtér-térfogat és a tüzelőanyag tüzeléstechnikai jellemzőinek ismeretében ki tudjuk számítani, ha a lángtérben uralkodó átlagos hőmérséklet előre felvesszük. Rézfinomításnál forgódobos kemencében  $T_k = 1400^\circ C$  hőmérséklettel számolhatunk. A távozó füstgázok hőmérsékletét kb.  $1100^\circ C$  fokra felvéve  $Q_2$  az  $IT$  diagrammból adódik.

Az égéstermékek a lángtérben tehát

$$i = \frac{Q_1 - Q_2}{q_1 + q_2 + q_v} [sec] \quad 7$$

ideig tartózkodnak. Mivel a  $Q_1$  melegmennyiséget  $i$  sec. alatt kell a lángtérbe bevezetni, az óránként elégetendő tüzelőanyag mennyiség

$$g_1 = \frac{Q_1 \cdot 3600}{i \cdot H_u} [kg/h] \quad 8$$

ahol  $H_u$  = a tüzelőanyag fűtőértéke kcal/kg.

A kísérleti kemence óránkénti tüzelőanyag-fogyasztása ezzel a módszerrel számolva 208 kg/h, ami a mért 220 kg/h fogyasztással jól egyezik. A lángtér térfogategységében másodpercenként felszabaduló melegmennyiség

$$k = \frac{g_1 \cdot H_u}{3600 \cdot v_1} = \frac{208 \cdot 10460}{3600 \cdot 5,73} = 106 \text{ kcal}/m^3 \cdot sec$$

Álló lángkemencékben a felszabaduló melegmennyiség 35–40 kcal/ $m^3$ . sec., és növelése csak a boltozat élettartamának rovására történhet. Forgódobos kemencében ilyen megfontolások nem kötnek, mert a bélést a betét erősen hűti, tehát aggodalom nélkül terhelhetjük 106 kcal/ $m^3$ . sec-al.

Ha a fenti eredményt minden olajtüzelésű forgódobos kemencére elfogadjuk, tehát a lángtér  $1 m^3$ -ében másodpercenként felszabaduló melegmennyiséget ( $k$ ) 100–120 kcal/ $m^3$ . sec-ra vesszük, úgy a hosszas számítás helyett a kemence óránkénti tüzelőanyag-fogyasztását [ $g$ ] az alábbi képlettel határozhatjuk meg:

$$g_1 = \frac{v_1 \cdot G \cdot k \cdot 3600}{H_u} [kg/h] \quad 10$$

ahol  $G$  = a kemence névleges befogadóképessége  $t$ ,  
 $v_1$  = a fajlagos lángtérfogat =  $v - 0,127 m^3/t$ ,  
 $v$  értékét a 16. ábráról olvashatjuk le.

$k = 100 - 120 \text{ kcal}/m^3 \cdot sec$ .

$H_u$  = a fűtőolaj fűtőértéke kcal/kg.

Ezzel meghatározzuk az égő óránkénti teljesítményét, a megfelelő égőtípus kiválasztása gyakorlati alapon történik. Az égőnek óránként a meghatározott mennyiségű olajat kell elégetnie úgy, hogy az égés a kemence lángterében teljesen befejeződjék.

### Összefoglalás.

Az elmúlt húsz év alatt különösen a hulladékok finomítására világszerte elterjedt a forgódobos kemencék használata. Ez a dolgozat a dr. Geleji Sándor által végzett rendszeres kísérletek alapján tárgyalja a forgódobos kemencék jellegzetes sajátosságait.

Metallurgiai szempontból jellemző a reakciók igen gyors lefolyása, amit részben a minden oldalról fűtött betét magasabb hőmérsékletének, részben a forgó bélés aktív hatásának tudhatunk be.

A hőtechnikai kérdések megvilágítására részletesen megvizsgáljuk a kemence hőgazdálkodását egy kísérleti adag tartama alatt. A betét a hasznos melegmennyiségnek csupán 30%-át kapja a szabad fürdőfelületen keresztül, 70%-át a forgó bélés közvetíti. Ezért a forgódobos kemence negyedannyi idő alatt olvaszt, mint az álló lángkemence. A bélésnek a hőközlésben való részvétele által megrövidült adagidő és a kis hővesztések következtében a kemence termikus natásfoka több mint 30%.

Végül gyakorlati tapasztalatok és elméleti megfontolások alapján egyszerű módszert dolgozunk ki a 3–60 t névleges befogadóképességű kemencék főméreteinek megállapítására.



## IRODALOM.

1. The Institutin of Mining and Metallurgy: The Refining of Non-Ferrous Metals.  
H. J. Miller: The Fire Refining of Copper, London, 1950.
2. Prof. Dr. V. I. Szmirnov: Metallurgija medi i nikelje Metallurgizdat 1950. Moszkva.
3. Dr. M. Waehlert: Die Kupferraffination. Wilhelm Knapp, Halle (Saale), 1927.
4. W. Wanjukoff: Über den Verbrennungsprozess der Verunreinigungen bei der Kupferraffination im Flammofen. Metallurgie, 6, 1909, 749, 792.
5. J. Newton and C. L. Wilson: Metallurgy of Copper. John Wiley, New-York 1942.
6. W. Trinks: Industrieöfen, VDI Verlag Berlin, 1928—31.
7. A. Romwalter jun: Die Wärmeübertragung in Drehflamöfen. Mitteilungen der b. u. h. Abt. 1938. Bd. I, 301—309.
8. Dr. Geleji Sándor: A metallurgiai lángkemencék tüzelőanyagszükségletének és átlagos lángtérhőmérsékletének kiszámítása. 1936. évi Bányászati és Kohászati Lapok 19, szám.

## A színesfémek kohászatának salakjai

*Loskutov — Cejdlar «Raszesetii po metallurgii tjažseliub cvetnub metallov» című műve «Slaki» című fejezete*

Fordította: SZÉKI JÁNOS egyetemi tanár

(II. rész.)

## C) A salakok fizikai-kémiai tulajdonságai.

A színes fémek kohósítása során előállított salakoknál a felhevítés hőfokának nagysága szerint három kritikus állapotot szoktak megkülönböztetni és pedig: a salakképződés hőfokát, a salakolvadás kezdetének hőfokát (lágyulás, zsugorodás) és a teljes szétolvadás, vagy egyszerűen a megolvadás hőfokát.

A salakképződés hőfokának azt a hőmérsékletet nevezik, amelyen a salakalkotó komponensek (oxidok) egymással úgy kezdenek reagálni, hogy ilyen vagy olyan kémiai vegyületek, szilárd vagy folyékony oldatok és eutektikumok elegyei keletkeznek. Kezdetben rendszerint az egyszerűbb kémiai vegyületek és ezek eutektikumai képződnek, amelyek azután magasabb hőfokokra kerülve megolvadnak. Az így keletkező folyékony fázis fokozatosan feloldja a szilárd részek maradványait, a folyékony salak összetétele és olvadáspontja folytonosan módosul az elmaradt részecskék oldhatóságának mértéke szerint.

a) A komponensekből mesterségesen összeállított (szintetikus) salakok olvadákonysága és viszkozitása.

A folyékony salak folyékonyságának mértéke (viszkozitása) kémiai összetételétől és a hőmérséklettől függ. Régebben, amikor a salak viszkozitása még nem volt eléggé kitanulmányozva, aszerint különböztették meg őket, hogy kis vagy nagy hőfokon érik el a higanfolyó állapotot. A salakoknak ilyen módon való jellemzése nem eléggé határozott, mert hiányoznak belőle a salak viszkozitására és a temperaturára vonatkozó pontos adatok. Manapság a salakok hígoltságára vonatkozó ismeretek már eléggé magas fokon állanak és viszkozitásukat meghatározott hőfokon mért, „poise“-nak nevezett egységekben adják meg.

A színesfémek kohósítási salakjai főleg kalcium-vasszilikátokból állanak. A legtöbb salakban a  $\text{SiO}_2 + \text{FeO} + \text{CaO}$  százalékos mennyiségének össz-

szege 85—90%-ra rúg és csak a nagy cinktartalmú salakokban csökken 70—65%-ra. A kalcium-vasszilikátok tulajdonságai jelentékeny módon meghatározzák az egész salaknak a tulajdonságait: az olvadás hőfokát, a viszkozitást, a fajsúlyt, a fajhőt, stb.

A  $\text{SiO}_2 - \text{FeO} - \text{CaO}$  rendszernek igen nagy a jelentősége, de még máig is csak kevésbé van kitanulmányozva. Ismeretesebb — azonban sok hibával terhelve — a  $\text{SiO}_2 - \text{FeO} - \text{CaO}$ -ból álló, határozatlan mennyiségű  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ -ot tartalmazó keverékek olvadására vonatkozó hőfokadatok.

Ennek és még több más rendszernek folyékonyági viszonyait Szelivanov<sup>1</sup>, továbbá Zajcev és Fejgina<sup>2</sup> tanulmányozták. Ennek a rendszernek olvadákonyságára nézve végzett sok kutatói munka értéktővé válik, ha figyelembe vesszük, hogy magára a  $\text{SiO}_2 - \text{FeO}$ -ból álló binér rendszerre vonatkozólag is mennyi diagrammot állítottak fel. A rendszerben jelen levő ferrooxid ( $\text{FeO}$ ) ugyanis egyes esetekben magasabb oxidfokozatúvá oxidálódik, más esetekben fémess vassá redukálódik, amely körülmény nagyon megnehezíti vasat tartalmazó bármilyen rendszerben akár az olvadákonyságnak, akár a viszkozitásnak a vizsgálatát.

A  $\text{SiO}_2 - \text{FeO} - \text{CaO}$  rendszer olvadákonyságára nézve lefolytatott vizsgálatok közül az a módszer érdemel figyelmet, amely a salakok olvadákonyságát elektromos vezetőképességük mérésével vizsgálja.

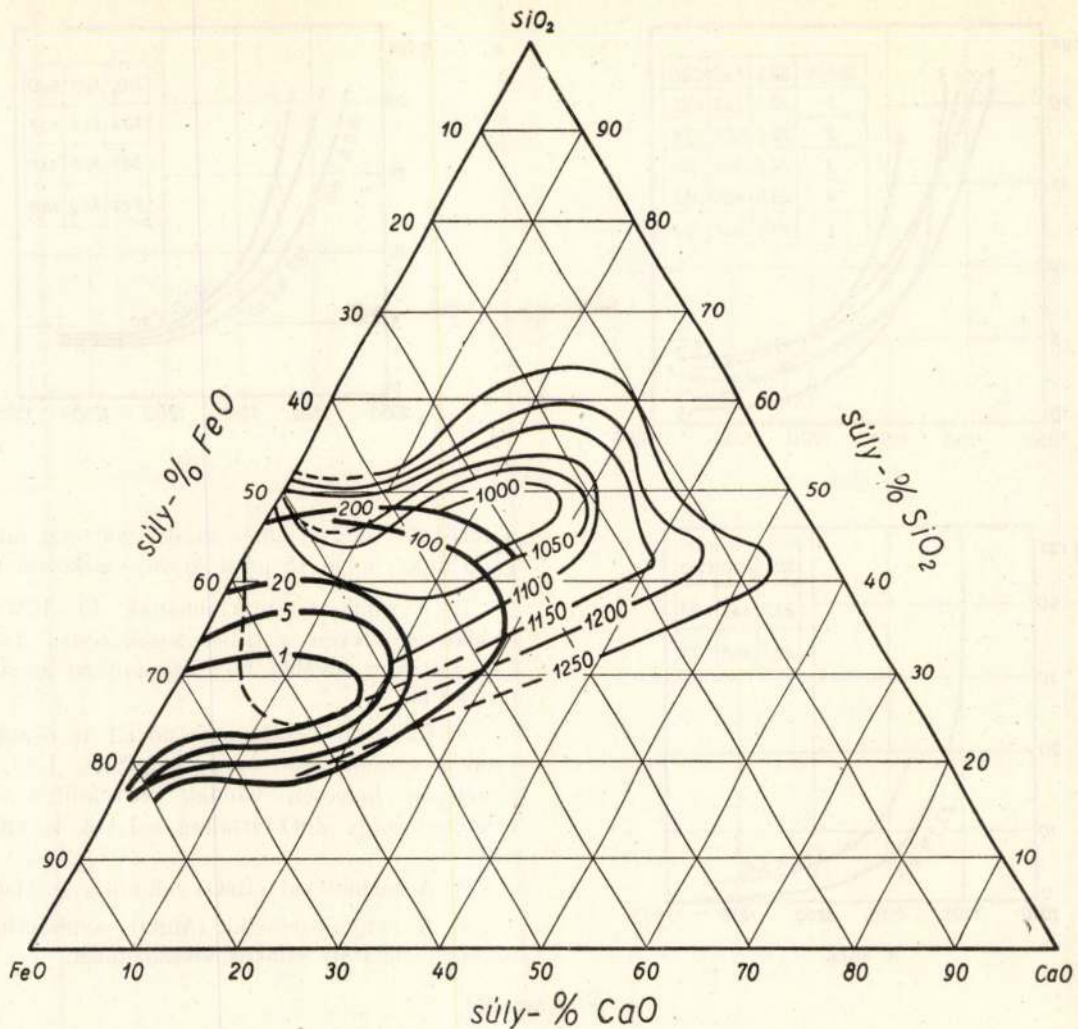
A megolvasztás és a lehülés meghatározott koncentrációjú, nitrogénnel kevert szénmonoxid-atmoszférában ment végbe; ennek következtében a salakok  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  tartalma 1%-nál kisebb volt.

Az olvadásnak Wejnarth-féle diagrammja molekulaszázalékokon épül fel és ilyen alakban hozzák a tankönyvek és a kézikönyvek is. Ennek a diagrammnak a használata nagyon kényelmetlen, mi-

<sup>1</sup> B. P. Szelivanov: Metallurgia csuguna, 1934.

<sup>2</sup> M. V. Zajcev, E. I. Fejgina, „Cvetnue Metallü” No. 4, 1936.





1. ábra. A  $\text{SiO}_2\text{-FeO-CaO}$ -rendszer viszkozitása  $1300^\circ\text{C}$ -on Loskutov szerint és olvadáspontja Wejnarth szerint.

után a gyakorlatban a salakok elemzési adatait súlyszázalékokban szokták megadni. F. M. Loskutov a molekulaszázalékokat súlyszázalékokra számította át és elkészítette az olvadás diagrammját az új pontok alapján, majd pedig azt összekapcsolta az  $1300^\circ\text{C}$ -on levő hármas rendszer viszkozitására készült saját diagrammjával.

Az 1. ábra ugyanarra a  $\text{SiO}_2\text{-FeO-CaO}$  rendszerre nézve érvényes két diagrammot szemléltet: egyrészt Loskutov salakjainak viszkozitását  $1300^\circ\text{C}$ -on másrészt Wejnarth olvadási diagrammját molekulaszázalékokról súlyszázalékokra átszámítva. Az ábrából látható, hogy a különböző összetételű salakok olvadákonysága és viszkozitása között semmiféle összefüggés nincsen: a könnyen olvadó salakok lehetnek rendkívül viszkózusak és a hígán folyó salakok között vannak magas hőfokokon olvadók.

A diagrammnak az üzemi gyakorlatban is hasznát lehet venni, mert adott esetben lehetővé teszi a salak optimális összetételének a megválasztását két legfontosabb tulajdonságának, az olvadáspontnak és a viszkozitásnak a számításba vételének alapján.

A színesfémek kohósításánál nyerhető, üzemi salakok viszkozitását ma már eléggé kitanulmányoz-

ták, amiről pl. Prof. F. M. Loskutov<sup>3</sup>, prof. A. A. Ceidler<sup>4</sup> és mások munkái tájékoztatnak.

Vizsgáljuk meg most már a különböző salakok viszkozitását a rendelkezésre álló adatok alapján.

#### 1. Az ólomkohászati salakok viszkozitása.

A 2. ábra a szovjet kohók salakjainak viszkozitásáról tájékoztat, a 3. és 4. ábra a különböző komponenseknek a viszkozításra gyakorolt hatását szemlélteti F. M. Loskutov vizsgálatai szerint.

Ezeknek a közléseknek és még néhány más, irodalmi adatnak az alapján az ólomkohászati salakok viszkozitására nézve az alábbi következtetéseket lehet levonni:

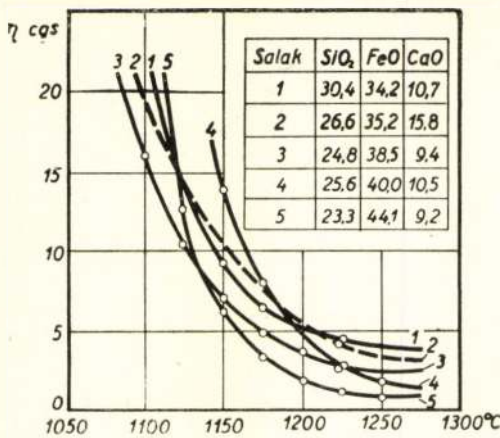
1. Azok az ólomkohászati salakok, amelyek 23,3—30,4%  $\text{SiO}_2$ -t, 34,2—44,13  $\text{FeO}$ -t és 7,7—16%  $\text{CaO}$ -t tartalmaznak, nagyon hígán folyók; viszkozitásuk  $1200^\circ\text{C}$ -nál sem nagyobb 5 poise-nál.

2. A  $\text{SiO}_2$ -tartalom emelkedésével az aránylag mérsékelt savanyú salakok ( $K=1\text{—}1,3$ ) viszkozitása is jelentékeny mértékben emelkedik; mindazáltal

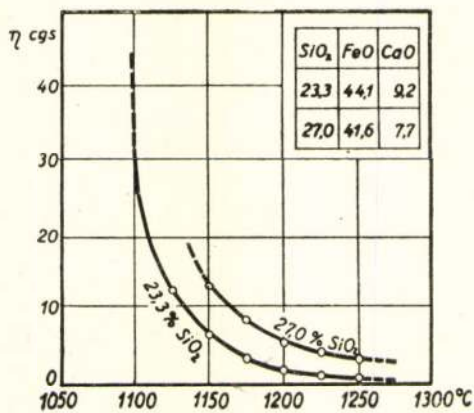
<sup>3</sup> F. M. Loskutov: Sznizsenie poter' cvetnüh metallav sz otval'nümi slakami. (Színesfémvesztesség csökkentése a hánýóra kerülő salakokban), Metallurgizdat, 1943.

<sup>4</sup> Cvetnue metallu, 1946, No 3.

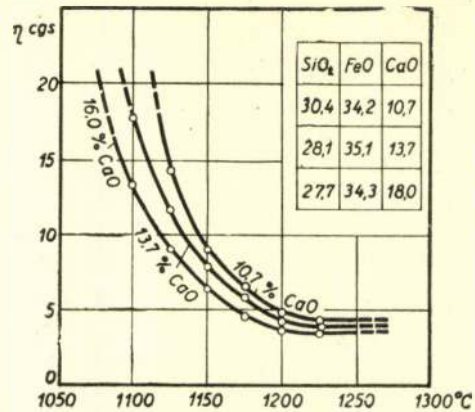




2. ábra.



3. ábra.



4. ábra.

a 30,61% SiO<sub>2</sub>-tartalmú salak 1200°-nál mindig nagyon hígán folyó (5 poise körüli viszkozitás).

3. A salak CaO-tartalmának 15—16%-ra való emelkedése révén a salak viszkozitása csökken, a CaO-tartalom további növekedése folytán azonban már növekszik.

4. Cinkoxid (ZnO) nem növeli az ólomkohászati salakok viszkozitását, ha azok a SiO<sub>2</sub>, FeO, CaO tekintetében helyesen vannak összeállítva. Még az aránylag nagy ZnO-tartalmú salakok is hígán folynak.

5. A bariumoxid (BaO) felhigítja a salakokat.

6. A magnéziumoxid (MgO) rendszerint növeli az ólomkohászati salakok viszkozitását.

(Folytatjuk.)

## Könyvismertetés

Emőd Gyula és Jakóby László: Könnyűfémek kovácsolása

Az elmúlt év második felében jelent meg a Nehézipari Könyv- és Folyóiratkiadó Vállalat kiadásában a könnyűfémek kovácsolásáról szóló könyv. A forgács nélküli megmunkálásoknak erről a fejezetéről szakembereink az összefoglaló kézikönyvek idevonatkozó rövid részein kívül nem igen juthattak — különösen magyar nyelvű — irodalomhoz. Eppen ezért üdvözljük örömmel a megjelent könyvet, mely könnyűfémek kovácsolásával foglalkozók számára komoly segítséget nyújt.

Miután kezdetben — és néhány helyen ma is — a könnyűfémek képlékeny alakítására a nehézfémeknél használatos berendezést és technológiát alkalmazták, a könyv a kettő összehasonlításával és a könnyűfémek kovácsolásának történetével kezdődik.

A szerző a gyakorlati rész előtt 8 oldalon keresztül a kovácsolás elméleti részével, az idevonatkozó törvényekkel foglalkozik. Tresca törvényeit, a nyomóerő hatásának vizsgálatára vonatkozó kísérleteket, Siebel egyenletét, továbbá a sajtolt darab belsejében a nyomás hatására végmenő alakulás megfigyelésére végzett kísérleteket és az

ezekből levont következtetéseket említi meg. Bár a könyv végén a szerzők kiemelik, hogy a kovácsolási munka és erőmeghatározás céljából a tervezőknek nagy segítséget nyújt dr. Geleji Sándor: „A fémek képlékeny alakításánál fellépő erők és erőszükségletek meghatározása számítás útján” című munkája és ezért a kovácsolási törvényeknél a fenti mű részleteit nem tárgyalták, mégis helyesebb lett volna a már felemlített képletekben szereplő tényezők számértékeinek megadása és esetleg gyakorlati példával szemléltetni a számítás által kapott eredményeket.

A szabadkézi és süllyesztékben történő kovácsolás, ill. sajtolt kovácsolás törvényeinek ismertetése után az erőszükséglet meghatározásáról szóló fejezetben táblázatokban összefoglalva megtalálhatók a kovácsolásnál használatos könnyűfém ötvözetek megalakítási és lágyítási hőmérsékletei, maximális hidegalakíthatóság és zömíthetőség %-ban, valamint az alakításhoz szükséges átlagos erőszükséglet.

A könyv gyakorlati részének elején a kovácsolás gépei, süllyeszték készítésének legfontosabb irányelveivel és a hőkezelő berendezésekkel foglalkozik. A süllyeszték készítésénél figyelembe veendő adatok megadásával, szá-



mos gyakorlati példa ismertetésével nagy segítséget nyújt a szerkesztőknek. Miután ez a könyv elsősorban gyakorlati szakemberek számára készült és jelentősége nagy, éppen ezért ennek a gyakorlati résznek apróbb részleteire is nagyobb figyelmet kellett volna fordítani (pl. számítási hiba a 63. oldalon, hiányosság a 63. és 77. ábrán, 61. és 71. ábra fordítva, helytelen 106. ábra). A célszerűen megírt forgácsoló szerszámokról szóló fejezetben is a helyes szakkifejezésekre nagyobb gondot kellett volna fordítani.

A szerző a kovácsolás technológiájával foglalkozó részben gyakorlati útmutatással szolgál és megadja a használatos ötvözetek szükséges adatait. Részletesen foglalkozik a hideg fröccsajtolással, hideg sajtolással, a kovácsolt darabok kikészítésével és felülvizsgálatával.

A könyv második része 27 oldalon keresztül egy nálunk kevésbé ismert területtel, a magnézium és ötvözetek kovácsolásával foglalkozik. Mind az elméleti, mind a gyakorlati részben teljes mértékben kiegészíti a könyv első, bővebb részét a magnéziumra vonatkozó adatokkal és világos képet ad ennek a fémnek, ill. ötvözetének sajátosságáról.

Mindent összefoglalva kijelenthetjük, hogy ez a munka irodalmunknak komoly hiányosságát szüntette meg és értékes támpontul szolgál a könnyűfémek kovácsolásával foglalkozók számára. A 151 oldalas könyv 33 forrásmunkát nevez meg, 20 táblázatot és 164 ábrát tartalmaz.

Halmos György

### Bella Ede: Színes- és könnyűfémek hőkezelése

A mű 1952. február havában került a könyvpiacon a Nehézipari Könyv- és Folyóiratkiadó Vállalat kiadásában. Terjedelme 191 oldal. A szöveg között 14 táblázat és 113 ábra, a könyv végén 88 szépívetű, szemléltető fényképfelvétel, ill. mikrofotográfia található.

A szerző témaválasztása igen szerencsés. Olyan területet ismert meg nagyon szétszóró irodalmi adatok és — valószínűleg — bőséges saját tapasztalatai alapján, amelyben régóta hiányolunk egy összefoglaló munkát. A jelen könyv áttekintő összefoglalásban, érthetően mondja el a legszükségesebbeket, amit a tárgyról a gyakorlati szakembernek tudnia kell.

A könyv első része a hőkezelések és az ezzel kapcsolatos jelenségek elméletét tárgyalja. Ismerteti a szakítódigrammokat és az alakváltozás mechanizmusát a lágyításjellegű hőkezelések bevezetéseként. Több oldalon foglalkozik a lágyulás és újrakristályosodás folyamatával, következményeivel. Külön ki kell emelni az újrakristályosodás részletes, alapos ismertetését, amely mintaként szolgálhat egy eléggé elvont téma hasonló keretek között való tárgyalására. A továbbiakban a nemesítő hőkezeléseknél lejárásodó folyamatokkal foglalkozik, mindenütt gondosan kiválogatott, egyszerű és érthető elméleti alátámasztást mellékelve.

A könyv második része csoportosítja a fémek és ötvözetek használatos hőkezelési eljárásait. A réz- és alumíniumötvözeteket elég nagy részletességgel, a nikkel- és magnéziumötvözeteket ismertetésszerűen, a cinket, ólmot és az ónt megemlítve tárgyalja. A könyvnek ez a része sem adathalmaz csupán, a szerző inkább tankönyvszerűen veszi sorra az egyes ötvözeteket.

A munka egészen vége igen sikerültnek mondható. Kiállítása izlées, szerkezete könnyen áttekinthető. Az olvasó együtt találja a gyakorlathoz szükséges adatokat a megértést megkönnyítő elméleti alapokkal.

A jó tulajdonságok mellett rá kell mutatni a könyv egy-két hiányosságára. Helytelen az idegen szavak szolgálati lefordítása (hidrogénbeteg, kiválás-kikeményedés). Magyarul ezen kívül a következetesen használt „kilyagítás”, „kikeményítés” kifejezés is. Sokkal jobb hangzású és ugyanannyit mond a „lágyulás”, „keményedés” is. Kezdkorán zavart okozhat, hogy — a magyar műszaki irodalom szokásaival ellentétben — nincs eléggé megkülönböztetve a hidegalakítás által okozott „keményedés” a tervszerű hőkezeléssel előállított „kikeményítéstől”. Ez utóbbi állapotot célszerűbb lett volna mindenütt „nemesítettnek”, egyes esetekben „edzett”-nek nevezni.

A szerző a szakítódigrammok tárgyalásánál megemlíti, hogy „kifejezett folyási határral” csak az acélnál találkozunk, a fémeknek nincs folyási határjuk. Ennek ellenére a továbbiakban végig folyási határról beszél, ami

műszaki nyelvünkben általánosan elterjedt szokás. A németből átvett, helytelen „folyási határ” helyett megfelelőbb lenne a „0,2-es határ” elnevezés használata, ami a  $\sigma_{0,2}$  jelzéssel is nagyobb összhangban lenne.

Nem helyes a hőkezeléseknek mereven három csoportba — előmelegítés, lágyító izzítás, nemesítés — való beosztása. Eppen az egyes réz- és alumíniumötvözeteknél van nagy jelentősége pl. a homogenizálásnak, amit egyik fenti csoportba sem lehet besorolni. Ezekről a különleges hőkezelési módokról hasznos lett volna az egyes ötvözeteknél részletesebben beszélni.

Végül szeretnénk, ha a könyv következő kiadásában még elírásként sem találkoznánk a „körirányú feszültség” és „heterogén fázis” kifejezésekkel. Kissé gondosabb kritikai átvizsgálás után ezek a zavaró szavak és a könyvben egy-két helyen található nem elég szabatos mondatok (pl. ... görbék, mely általában az anyagoknál mindvégig emelkedő) biztosan hiányoznának.

Befejezésül meg kell jegyezni, hogy az alant felsorolt hibák csak hiányosságai a könyvnek, értékéből nem sokat vonnak le. A valószínűleg hamarosan szükségesé váló új kiadás kissé bővítve (különösen a gyakorlati rész egyes helyeit) és a kisszámú hibát kiküszöbölve világviszonylatban is jelentős gyakorlati szakkönyv lehet.

Pálvölgyi Árpád

### Dr. Buray Zoltán: Az alumínium kötés módjai.

#### I. kötet. Az alumínium hegesztése.

250 oldal, 8°, 12 old. melléklet iv, 142 ábra. Nehézipari Könyv- és Folyóiratkiadó Vállalat kiadásában, nyomta Franklin Nyomda. Budapest, 1951. — Ára 22.— Ft.

Hazánkban mind szélesebb körben terjed el az alumíniumnak és ötvözetének szerkezeti célokra való felhasználása. A felhasználás módjára, főleg a kötés módokról azonban eddig még összefoglaló könyv nem állt rendelkezésre. Dr. Geleji „Alumínium Kézikönyve” és Kurovsky „Alumínium” című könyve pár fejezetben foglalkozik ugyan a szegeszelés és hegesztés kérdéseivel, a dolog természeténél fogva azonban nem adhatott részleteket a kötés módok helyes alkalmazására és lehetőségeire vonatkozóan.

Ezt a hiányt hivatott pótolni dr. Buraynak „Az alumínium kötés módjai” című műve.

Helyesen fogta fel feladatát a szerző, amikor művének elején részletesen foglalkozik az alumínium és ötvözetek sajátosságaival, különös tekintettel a kötés módok kivihetőségére. Gyakorlatból tudjuk, hogy az üzemekben a legnagyobb nehézséget okozza és a legtöbb elkövetett hibának kiinduló pontja az, hogy nem tudják egyszerű módon megállapítani, hogy a megmunkálásra kerülő könnyűfém tulajdonképpen milyen ötvözet. Nem kétséges az, hogy a megmunkálási mód ötvözeteként nagyon változik. Nagyon helyes a szerzőtől, hogy erre vonatkozólag közli azokat az eljárásokat — cseppentőpróba — amelyekkel már a műhelyben meg lehet állapítani azt, hogy a megmunkálásra kerülő anyag mely ötvözet-csoportba tartozik. Táblázatos összeállítást ad a hegesztő eljárásokról, részletesen foglalkozik az alumíniumötvözetek hegeszthetőségének kérdésével. A hegeszthetőség kérdésénél több olyan szempontot mutat rá, amelyek eddig általánosan nem voltak itt ismertek, és így természetes, hogy a hegesztéses kötések létesítésénél ezeket ezideig nem is vették tekintetbe. Az egyes hegesztő eljárások részletesen tárgyalja, útmutatást ad a hegesztés előtti előkészítésre vonatkozólag, valamint az utókezelésekre. Rendkívül hasznos, hogy rámutat az előkészítési módokra azokra az eltérésekre, amelyek a felvettállal szemben fennállnak és hogy az egyes ömlesztő-hegesztési eljárásoknál megadja az egyes vastagságokhoz szükséges hegesztőpálcák, ill. elektroda átmérőket, valamint a szükséges égőnagyságokat, ill. áramerősségeket.

Különös értéke a könyvnek, hogy nagy részletességgel foglalkozik a legkorszerűbb hegesztési eljárásokkal, így az argonív hegesztéssel és a korszerű elektromos ellenállás hegesztésekkel. Erdeme, hogy mind a két hegesztési eljárás tárgyalásánál nemcsak az eljárás ismertetésére szorítkozik, hanem a kivitelre vonatkozólag részletes és pontos technológiai utasításokat is ad.



Mind a két eljárásnál annál is inkább fontos volt ez, mert ezekre vonatkozólag magyar nyelven ilyen összefoglaló mű még nem jelent meg és talán éppen ez volt az oka annak, hogy az elektromos ellenállás hegesztés fejlődése hazánkban nem tartott lépést a többi hegesztési eljárások fejlődésével.

Különösképpen értékes az ellenállás hegesztésnél az a rész, ahol a hegesztés paramétereinek befolyását tárgyalja a hegesztés szilárdságára. Ismerteti természetesen a legújabb ignitron csöves hegesztőgépeket, nagyon jó képekben mutatja be a kondenzátoros energiatároló hegesztő és a mágneses energiatároló hegesztőgép működésének sémáját.

Befejező részében részletes útmutatást ad a hegesztések statisztikai, dinamikai, röntgen, ultrahang és korróziós vizsgálatára vonatkozólag.

Kár azonban, hogy a hegesztési kötések tervezésére vonatkozólag csak nyolc oldalon ad irányelveket, holott

véleményünk szerint érdemes lett volna ezt annál is inkább bővebben tárgyalni, mivel ez a pont az, ahol a legtöbb hibát követik el.

A hideg hegesztés tárgyalása is megérdemelt volna valamivel nagyobb részletességet.

Talán egy komoly hiányosságot lehet észlelni, hogy nem foglalkozik a hegesztésnél keletkező feszültségek és az abból eredő zsugorodások kiküszöbölésének lehetőségeivel.

A könyv nyelvezete jó, érdeme a szerzőnek, hogy nagyon sok idegen szakkifejezést magyar szakkifejezéssel pótol.

Összefoglalva, a könyv nagyon sikerült munka, amely megérdemelte volna azt, hogy valamivel jobban papíroson jelentessék meg, ahol a képek sokkal jobbak és szemléltetőbbek lettek volna. A szedés és a nyomás igen gondos munka.

Kurovsky István

## Lapszemle

a Revue de l'Aluminium 28. évf. 183, (1951.) dec.) számából. (439—447. old.)

Reinhold Jean: Une rame en Aluminium pour le transport de l'alumine.

Reinhold, J.: Timföldszállító kocsik alumíniumból

A bányászati és kohászati anyagok vasúton történő szállítása azóta gazdaságos, amióta a nagy befogadó képességű fenékű vasúti teherkocsik használatát általános. A timföld szállítása kezdetben 50—100 kg-os juta-, len- vagy papírszakokban történt fedett teherkocsikban. Ez a szállítási mód a be- és kirakásnál a sok kézi munka, a zsákok ide-oda való szállítása, ezek tönkremenése, a timföldkiömlés stb. miatt költségesnek bizonyult. Az USA-ban kezdetben belül elhelyezett papírral tömött fedett teherkocsikban ömlesztve szállították a timföldet és pneumatikus úton szívással ürítették ki. Németországban külön timföldszállító kocsikat építettek ugyancsak vákuumos ürítésre. Franciaországban timföldszállító containerekkel (zárt tartályokkal) kísérleteztek, majd 1944-ben áttértek a fenékű kocsikra, melyeknél az anyag összeállása és egyéb okok miatt nem szereztek jó tapasztalatokat.

Az új kocsik, melyekből 15 darabot 1951. szeptemberben helyeztek üzembe, fenékű kocsik, de kis nyomású levegő segítségével fokozzák az ürítés tökéletességét, mert ezzel elértek, hogy a levegővel kevert timföld, mint a folyadék ömlik ki a kislejtésű alsó keresztirányú kifolyó vezetéken. Ezzel az eljárással vagononként és percnként 7 tonna timföld üríthető ki. (Ezzel szemben a zsákoló eljárásnál 6 munkásóra kellett egy 15 tonnás vagon kirakásához.)

A franciaországi kedvező tapasztalatok a szén- és kokszt szállító könnyűfémkocsikkal arra indították az új kocsik megrendelőjét és tervezőjét, hogy alumíniumötvözetekből gyártásuk ezeket a nagyteljesítményű különleges teherkocsikat. A tanulmány nem említi a timföldnek a vas-, illetve acélszerkezetű kocsikban való szállításával kapcsolatban más oldalról felmerült aggodalmat, mely szerint a timföld tisztaságát károsan befolyásolja az acélszerkezettel való huzamosabb érintkezés. Kizárólag a súlycsökkentésből származó gazdaságossági előny vezette az alumíniumból való tervezésre és gyártásra.

A kiválasztott és felhasznált anyag: Az alváz és szekrényváz tartói, lemezelése stb. Al-Mg5 típusú ötvözetből készült félgvártmányok, ami többek között azért is előnyös, mert esetleges meghibásodás esetén hegesztéssel javítható. Az ötvözetek — ütközőtök, csapágytök, légfékhenger, komplikáltabb sarokkötések, vonókészülék vezeték, töltőnyílásfedél, ürítőszervezet stb. nemesített Al-Si-Mg típusú anyagokból készültek, a fékrudazat Al-Cu-Mg ötvözetekből.

Az összeállítás szegecselezéssel történt. Az alvázban kizárólag acélszegecsek, a szekrényben a 10—12 mm-es szegecsek könnyűfémötvözetből (Al-Mg5), a nagyobbak acélból vannak.

A kocsik töltése a tetőn három, egyenként 500 mm-átmérőjű nyíláson át történik, melyek a szállítás alatt könnyűfémötvözetű öntvényből készült gumitömítéses fedelkkel lezárhatók. Az ürítéshez a kocsik feneke három fordított gúlaként van kiképezve, melyekhez alul könnyűfémöntvényből készült tolattyús elzárású, fent már említett levegőnyomásos lazításra alkalmasan kiképzett, csőszerű leeresztő szerkezet csatlakozik.

A forgóvázak acélból készültek, hegesztett kivitelben. Könnyűfémöntvényből készült azonban ennél is az Athernosc-csapágy tokja, a sűrített levegős fék hengere, a fékrudazat.

A kocsik főbb adatai:

Alvázhossz	13 810 mm	Teljes magasság	4 216 mm
Teljes hossz	14 990 "	Befogadó képesség	71 m <sup>3</sup>
Forgócsaptáv	10 310 "	Hasznos terhelés	65 t
Szekrényhossz	10 446 "	Önsúly	15 "
Szekrényszélesség	3,050 "	Ebből az önsúlyból:	
		a két forgóváz	7,9 "

A hasznos terhelés és az önsúly viszonya tehát 4,3 annak ellenére, hogy a kocsik súlyának több, mint a felét az acélvázak forgóvázak adják.

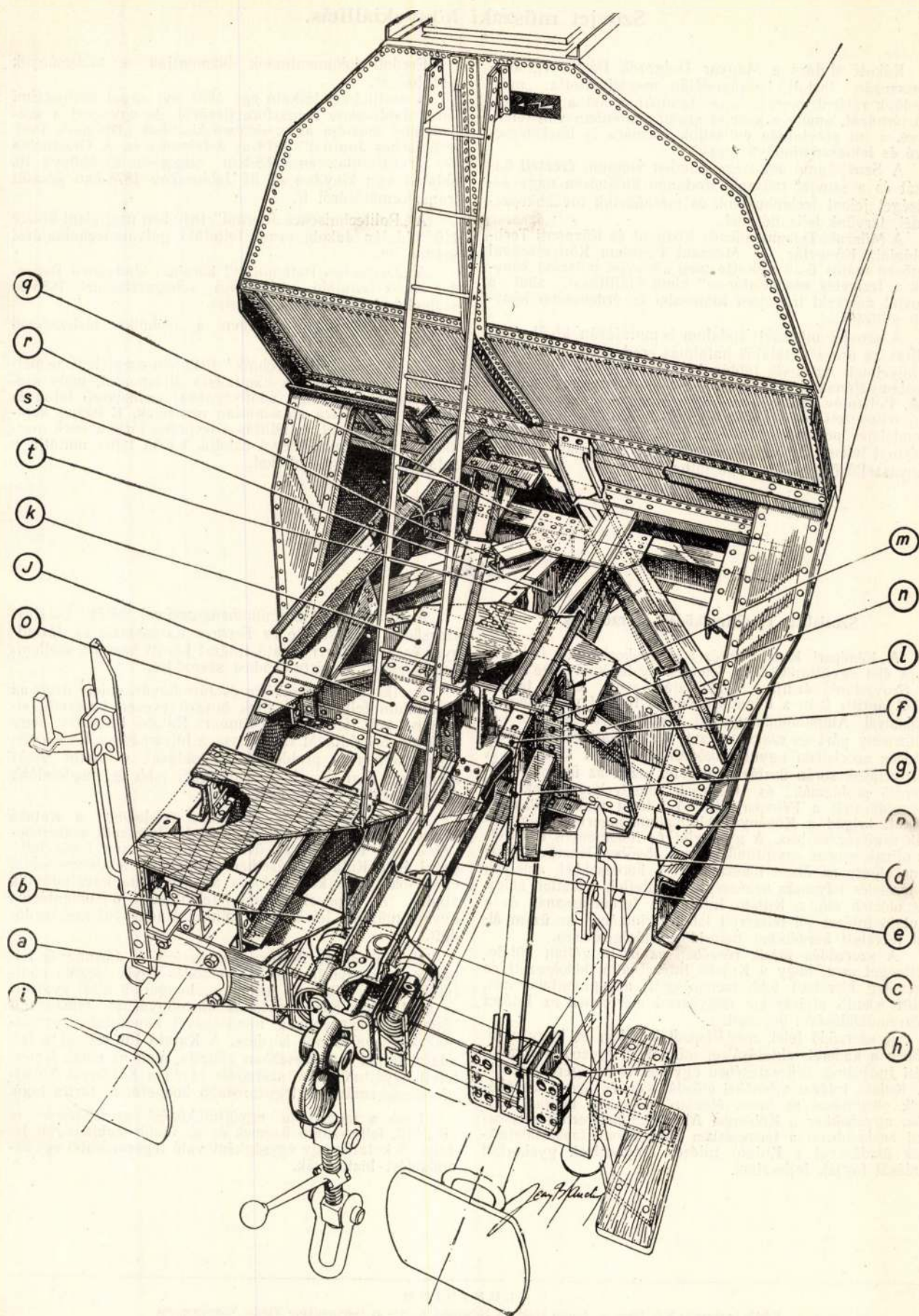
A tanulmányt 10 ábra, ezek között a túlóldalon közölt szemléltető szerkezeti rajz, teszi teljessé.

Az ábra a szerkezet alapelveit mutatja be a kocsik vége felől nézve.

- a homloktartó
- b merevítő övlemez
- c hossztartó
- d ferde merevítő
- e középső hosszmerítő
- f összekötő hossztartó szőgalumínium
- g összekötő hossztartó gerinclemez
- h sarokkötés (öntvény)
- i vonóhorogvezeték (öntvény)
- j főkeresztartó gerinclemez
- k főkeresztartó övlemez
- l főkeresztartó szőgalumínium
- m főkeresztartó ketős sarokkötés
- n főkeresztartó sarokkötés
- o sarokkötés a főkeresztartó bekötésénél
- p csomólemez a főkeresztartó bekötésénél
- q közbeütköző keresztartó
- r átlós merevítő
- s összekötő hosszmerítő gerinclemez
- t összekötő hosszmerítő szőgalumínium

Baránszky-Jób Imre







## Szovjet műszaki könyvkiállítás.

Rákosi elvtárs a Magyar Dolgozók Pártja II. kongresszusán tartott beszámolóján megállapította: „most kezdünk rátérni, hogy a tapasztalatoknak azt a mérhetetlen tárházát, amely a szovjet szakirodalomban van lefektetve, a mi szocialista építésünk számára is hozzáférhetővé és felhasználhatóvá tegyük”.

A Szovjetunió segítsége minden vonalon érezeti hatását és a szovjet műszaki irodalom különösen nagy segítséget jelent technikusaink és mérnökeink továbbképzésénél, tervünk teljesítésénél.

A Műszaki Dokumentációs Központ és Központi Technológiai Könyvtár a Műszaki Egyetem Könyvtárával közösen május 6-án nyitotta meg „Szovjet műszaki könyvek a termelés szolgálatában” című kiállítását, ahol a szovjet műszaki irodalom fontosabb és érdekesebb könyveit állította ki.

A szovjet műszaki irodalom bemutatásán kívül a kiállítás az orosz feltalálók hatalmas eredményeire hívja fel a figyelmet. Az egyik táblán Lodigin 1873-ban elkészített izzólámpájának, Popov 1895-ben bemutatott első rádiójának, Polzunov 1764-ben készült gőzgépének, Jakobi 1834-ben felfedezett galvanoplasztikájának, Kulibin ívhídjának, Mendelejev periodikus rendszerének, Jablonszkov 1876-ban készített ívfénylámpájának, Lomonoszov 1748-ban készített bányaszellőző gépének képe látható.

Eredeti dokumentumok bizonyítják a találmányok elsőbbségét.

A kiállításon látható egy 1877. évi angol szabadalmi leírás Jablonszkov transzformátoráról, de ugyanezt a szabadalmat igazolja az eredetiben kiállított „Dingler's Politechnisches Journal” 1878-as évfolyama is. A Geschichte der Transformatoren 1888-ban megjelent szakkönyv 10. oldalán van kinyitva és itt Jablonszkov 1878-ban készült transzformátoráról ír.

A „Politechnisches Journal” 1840-ben megjelent kötete 110. oldalán Jakobi orosz feltaláló galvanotechnikájáról számol be.

A „Deutsches Patentblatt” korabeli kiadványa Benardos orosz feltaláló elektromos ívhegesztésének 1885-ös szabadalmi bejegyzését igazolja.

A kiállítás másik részében a technika történetével foglalkozik.

A „Wir und die Technik” 1942-ben megjelent német nyelvű könyv kifejti a kapitalista álláspontot, mely szerint vannak technikai adottságokkal rendelkező fajok és vannak technikára alkalmatlan nemzetek. E hazug kapitalista álláspontot a kiállítás a technika történetének marxista-leninista elméletével cáfolja. Külön tábla mutatja a sztálini nagy építkezéseket.

## Hírek.

### Szocialista együttműködési szerződések

A Fémpari Kutató Intézet a gyakorlati és tudományos élet együttműködését jelentékeny lépéssel vitte előre. A Szovjetunió élenjáró gyakorlatát szem előtt tartva, 1952. április 2-án a Fémpari Kutató Intézet vezetősége a Kőbányai Alumíniumhengermű kezdeményezésére, a két intézmény párt és szakszervezeti funkcionáriusainak jelenlétében szocialista együttműködési szerződést kötöttek. A tárgyalások során tisztázást nyertek azok az üzemi felmerülő problémák és kérdések, amelyeknek gyakorlati megoldásánál a Fémpari Kutató Intézet munkavállalóiból alakult brigád a Kőbányai Alumíniumhengermű dolgozóinak segítségére lesz. A gyakorlat és tudományos élet dolgozóinak szoros együttműködése a jövőben lehetővé fogja tenni, hogy az üzem mindazokkal a kérdésekkel, amelyek a termelés folyamán nehézséget jelentettek, váratlan selejtet idéztek elő, a Kutató Intézethez fordulhassanak és a Kutató Intézet jól felszerelt laboratóriumában az üzem által felvetett kérdéseket határidőre kidolgozhassa.

A szerződés másik részében az üzem vállalt kötelezettséget arra, hogy a Kutató Intézet által kidolgozott és üzemileg kipróbált jobb technológiát, anyagmegtakarítást, stb-t jelentő eljárásokat nagyüzemi mértékben az Intézet közreműködésével bevezeti.

A szerződő felek megállapodtak abban is, hogy a jövőben a káderek oktatásában műszaki dolgozók technológiai tudásának fejlesztésében egymás segítségére lesznek. A Kutató Intézet mérnökei előadásokon és üzemi kiszállásaik alkalmával az üzem élenjáró dolgozóit tanítani fogják, ugyanakkor a Kőbányai Alumíniumhengermű gyakorlati szakemberei a termelésben elért üzemi tapasztalataikat átadásával a Kutató Intézet dolgozóinak gyakorlati tudását fogják fejleszteni.

A Kőbányai Alumíniumhengerművel kötött kutatási szerződést kiegészítette az Ikarusz Karosszéria és Járműgyár és a Fémpari Kutató Intézet közötti hasonló szellemben létesített együttműködési szerződés.

Az Ikarusz Karosszéria és Járműgyár, amely üzem az alumínium felhasználásának hosszú éveken keresztül élharcosa volt, felkérte a Fémpari Kutató Intézetet, hogy szakértő brigádjával támogassa a folyamatban lévő gyártásnál felmerülő problémák megoldását, valamint közös munkával segítsék elő az eddignél jobb és megfelelőbb új szerkezetek kialakítását.

Az együttműködési szerződés értelmében a Kutató Intézet hegesztő, fémtechnológiai, felületkezelő szakembereiből álló brigádja az üzem rendszeresen fogja látogatni és a Kutató Intézetben kidolgozott fémtechnológiai eljárásokat első kézből fogja az üzem munkavállalóinak átadni. A tapasztalatcsere jelentékeny dokumentációs anyag, műszaki leírások és minták átadásával megkezdődött.

Ugyancsak az Ikarusz Karosszéria és Járműgyár felkérésére az együttműködési szerződés egyik további pontját képezi a Kőbányai Alumíniumhengermű által gyártott és az Ikarusz Karosszéria és Járműgyárnál felhasznált könnyűfém lemezanyag minőségével kapcsolatos problémák kivizsgálásának kérdése. A Kutató Intézet ezt a feladatot annál is szívesebben vállalta, mert az előbb ismertetett együttműködési szerződés révén a Kőbányai Alumíniumhengerművel a legszorosabb kooperációt tartja fenn.

Ezek a szocialista együttműködési szerződések az előállító, felhasználó üzemek és az újabb technológiát kidolgozó kutatók egy egységként való legszorosabb együttműködést biztosítják.

### ALUMÍNIUM

Felölös szerkesztő: Vajk Péter. — Felölös kiadó: A Nehézipari Könyv- és Folyóiratkiadó Vállalat Vezérigazgatója  
Megjelenik: 400 pld.-ban. Szerkesztőség: V., Szalay-utca 4. Telefon: 129—699.

Budapesti Szikra Nyomda, V., Honvéd-utca 10. — Felölös vezető: Radnóti Károly.



# ALUMINIUM

AZ ORSZÁGOS MAGYAR Bányászati és Kohászati Egyesület Fémkohászati Szakosztálya  
és a Fémipari Kutató Intézet Folyóirata

IV. évfolyam

7. szám

## A FÉMIPARI KUTATÓ INTÉZET KÖZLEMÉNYEI

48. szám

### A magnézium és ötvözetének hengerlése

JAKÓBY LÁSZLÓ és EMÖD GYULA

Лкоби — Эмед:

Прокатка магния и его сплавов.

A magnézium és ötvözetének hideg alakítása még nem tökéletesen megoldott, kivéve a Li tartalmú Mg ötvözeteket. Félkészgyártmány főleg megalakítással állítható elő. A hidegalakítás legfeljebb 5–10 százalékig engedhető meg, azonban ekkor a szilárdság kismértékű növelése mellett a nyúlás erősen visszaesik.

#### 1. Hengerlési tuskók öntése

A képlékeny alakítással előállított lemezek és szalagok mechanikai tulajdonságai a kiindulási tuskó öntési módjától és az olvasztás technológiájától függenek. Ez a tény különösen érvényes a magnéziumra és ötvözetekre, mert az oxigén iránti erős vegyrokonsága a megolvadt fém felületén heves égési tünetek közepette teljesen használhatatlanná teheti. Az olvasztáshoz az oxidáció megakadályozására meglehetősen nagy mennyiségben (5–20%) kell fedősókat használni. A fedősók fajsúlya rendszeren nagyobb, mint a folyékony fémé és így a fedősó a fenékre leülepedhet. Helytelen kezelés mellett a fedősónak finom részecskéi maradhatnak vissza az olvadékban, ami a fém teljesen elszennyezi. Az ilyen lemez már a levegő nedvességétől is korrodálni kezd. A higroszkópos sók ugyanis a levegő nedvességét magukba szívják és a fém kristályai között elektroródot képeznek, ami részben helyi elemképződéshez vezet, vagy pedig a sóoldat oldja a magnéziumot. Az ilyen anyag már a hengerlésnél is erősen reped.

Az olvasztásnál tehát nagy gondot kell fordítanunk arra, hogy az olvasztás közben az olvadékba került (ötvözes vagy egyéb keveréskor) fedősók a fenékre leülepedhessenek. Ezzel a kérdéssel a Bányászati és Kohászati Lapok 1950. évi 6. és 1951. évi 7. számában részletesebben foglalkoztunk és e kérdésre a későbbiek folyamán röviden még visszatérünk.

Az olvasztásra általában vastéget alkalmaznak. Tüzelési mód lehet bármelyik a könnyűfémiparban eddig ismertek közül, azonban a legalkalmasabb a jól szabályozható elektromos ellenállás fűtés. A nagyiparban komoly kísérletek folynak elektromos ellen-

állásfűtésű teknős kemencék bevezetésére. Ezek a kísérletek csak akkor lehetnek eredményesek, ha a Mg olvasztásnál a felület csökkentésére mély és lehetőleg kis olvadékfelületű kemenceszerkezetet használnak. Nagy olvadékfelület esetén aránytalanul megnövekedett sófogyasztás mellett is nagy volna az oxidációs veszteség.

Ugyancsak kísérleti stádiumban van az indukciós kemencék alkalmazása Mg olvasztásra. A legjobban azok az olvasztóberendezések váltak be, amelyeknél vákuumban vagy  $\text{SO}_2$  atmoszférában lehet olvasztani. Ennek előnye, hogy a fedő és finomító sók elhagyhatók és így az ebből eredő hibák már eleve nem léphetnek fel.

A fedősók további csökkentését és az oxidációs veszteség elkerülését szolgálják azok az újabb kísérletek, amelyeknél a magnéziumba 0,001% Be-t adagolnak. A Be adagolásával a fém felületén védőréteget kapnak, amely a Mg-t az oxidációtól megvédi. Ez a védőréteg legfeljebb 800° C hőmérsékletig hatásos. A Be adagolásának hátránya, hogy 0,005% felett a szemszt durvítja és ezáltal az öntvényt hengerlésre alkalmatlanná teszi.

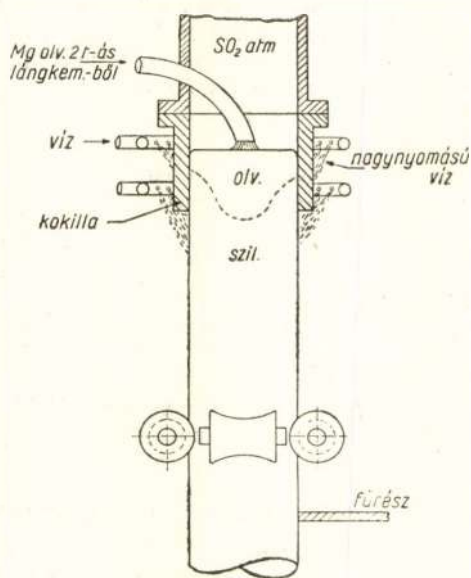
A Mg és ötvözetének alakítási célokra történő hengertuskó öntése a közelmúltban még léghűtéses kokillába történt és azt csak meleg elősajtozás után hengerelték tovább, szintén melegen. Az utóbbi időben végzett kísérletek eredményeképpen megállapítható, hogy a Mg és egyes ötvözei léghűtéses kokillába öntve is melegen jól hengerelhetők. Az öntésnél csupán arra kell ügyelni, hogy minél finomabb szemcséjű öntvényt kapjunk. A szemcssefinomításnak egyik módja, hogy a kokillába öntött anyag gyors lehűlését biztosítjuk. Léghűtéses kokilláknál jól beváltak az olyan vastagfalú kokillák, amelyeknél a kokilla falvastagsága az öntecs vastagságához  $= 4:1$  (2:1 már nem felel meg, mert az anyag nem hűl kellő sebességgel). A kokilla hőmérséklete kb. 120° C és az olvadék hőmérsékletét tartjuk a jól önthetőség alsó határán. Ez Mg és ötvözeinél 720° C körül van.

A szemcssefinomításnak léghűtéses kokillák alkalmazása esetén másik módja 0,1–0,2% Ca adagolása. A Ca adagolást először a Mg-Mn ötvözeteknél alkalmazták sikeresen, de azt tapasztalták, hogy a többi ötvözetnél is szemcssefinomító hatást fejt ki.



A Ca adagolásával azonban óvatossá kell lennünk, mert 0,2% felett az anyagot melegtörékennyé teszi, ezenkívül még tisztázatlan kérdés, hogy a Ca adagolás a korróziós tulajdonságokra milyen hatással van.

1946-ból eredő irodalmi adatok alapján megállapítható, hogy a Mg és ötvözei folyamatos öntéssel is önthetők (Carapella: New Developments in Magnesium Foundry Technology. Aluminium and Magnesium 1946.) Az említett tanulmányban Carapella azt mondja, hogy a folyamatos öntés előnyei és hatása a Mg-ra is ugyanazok, mint az alumíniumra, azaz a szemcsét finomítja, az oszlopos és iker-kristályképződést megakadályozza, nincsenek különválások, szívódási üregek és levegőzárványok. A folyamatos öntőberendezések közül csakis azok váltak be, amelyeknél az öntés alatt védőgáz atmoszféra jelenléte biztosítható. Az 1. ábrán bemutatjuk a Carapella tanulmányában közölt folyamatos öntőberendezés vázlatát.

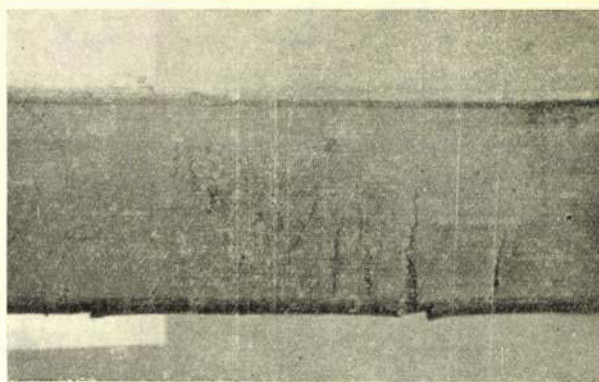


1. ábra.

A magnézium technológiája területén nagy lépést jelent a Mg-Zr ötvözetek bevezetése. A Zr-t 0,7%-ig szokás beötvözni. Az ötvözés történhet fémcirkonnal, vagy pedig bekeverhetjük  $ZrCl_4$  vagy  $K_2ZrCl_6$  vegyület alakjában. A Zr mellett 2–3% Zn is adagolható. Az Al tartalmú Mg ötvözetekbe Zr nem adagolható, mert a Zr az Al-t kicsapja. A Zr tartalmú ötvözetek különösen alkalmasak folyamatos öntésre, de lég-hűtéses kokillába öntve is jól hengerelhetők. A hőmérsékletingadozásra sem olyan érzékenyek, mint a többi Mg ötvözet.

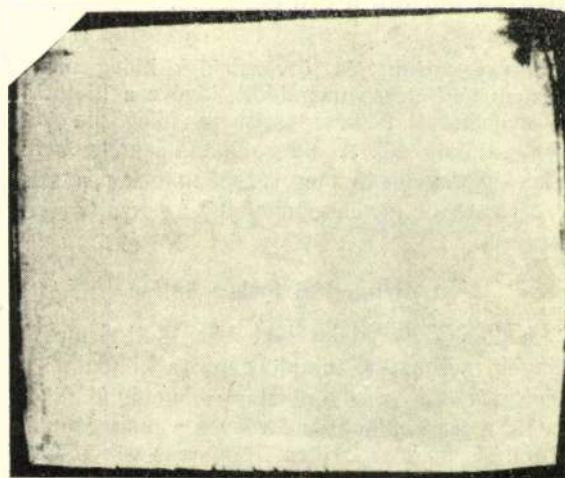
A magnézium és ötvözeiből öntött hengerlési tuskók nagyon érzékenyek az öntésnél alkalmazott kokilla felületének egyenetlenségeire. Saját intézeti kísérleteink igazolták, hogy kevésbé sima felületű kokillába öntött magnézium ötvözetű tuskó a hengerlésnél erősen reped. Ilyen felületet mutatunk be a 2. ábrán.

Hasonló jelenséget tapasztalunk akkor is, ha a henger felületét egyenlőtlenül kenjük.



2. ábra.

A 3. ábrán sima felületű kokillába öntött tuskóból készült lemez sima felülete látható. A sima felület biztosítására kokilla kenőanyagként krépor és bórsav keverékét, vagy olaj és grafit keverékét szokás



3. ábra.

használni. Mi a kísérleteinknél koloid grafitot vittünk fel vékony és egyenletes rétegben a kokilla falára.

## 2. A belső szerkezet alakulása

Bármely fém, vagy ötvözet hengerléssel történő alakítása attól függ, hogy a fém egykristályának mennyi csúszási felülete van. A fém annál inkább hengerelhető, minél több az egykristály csúszási felülete. A hexagonális rendszerben kristályosodó magnézium egykristálynak kevesebb a felülete, mint a szabályos rendszerben kristályosodó kubikus fémeknek. Ez az oka annak, hogy a magnézium sokkal szűkebb határok között alakítható, mint a többi fém. Egyedül a Zn viselkedik hasonlóan, mint a Mg, mert ez is hatszögös rendszerben kristályosodik.

A magnézium hengerlésénél jellegzetes átalakulási rendszerek lépnek fel, amelyek vagy az atomrács elcsúszásában, translációjában, vagy az atomrács elfordulásában ikerkristály képződésben nyilvánulnak meg. A transláció a kristálysíkon egyirányban történő elcsúszás, az elfordulás pedig az ikersíkhoz szimmetrikusan történő kristályképződés. Az iker-



kristály képződés a magnéziumnál a'árendelt jelentőségű, azonban a *transzláció a képlékenységet nagy mértékben befolyásolja*. A képlékeny alakításnál az elcsúszott kristályok szalag alakban helyezkednek el, ami hengerlésnél szabadszemmel is megfigyelhető. A 4. ábrán saját felvételt mutatunk be a hengerlésnél keletkezett kristályszalagokról, amelyek a hengerelt szalagon keresztirányú repedések formájában mutatkoznak és egymástól teljesen elválnak.

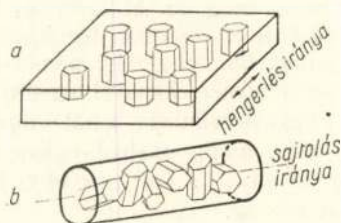


4. ábra.

220° C alatti hőmérsékleten csak egy transzlációs rendszer lép fel és ez okozza, hogy a magnézium közönséges hőmérsékleten csak egészen kis mértékben alakítható. A 220° C-nál nagyobb hőmérsékleten azonban több új csúszási sík keletkezik, aminek következtében a magnézium képlékenysége ugrásszerűen emelkedik és a többi fémekhez hasonlóan viselkedik.

A Mg ötvözetek hengerlésnél, de egyéb képlékeny alakításnál is egyirányú szövetszerkezetet vesznek fel, azaz a *kristallitok bázis felületükkel* az alakítás irányába párhuzamosan helyezkednek el. Ugyanez érvényes a sajtolás és kovácsolásra is.

Az 5. ábra a) képén a hengerlés hatására az öntési szövetben eredetileg szétszórt kristályrendszer rendezetten irányított szövetszerkezetté alakult át. Mellette sajtolás hatására kialakult kristályszerkezet



5. ábra.

látható. A legelső vázlat kovácsolás hatására történő belső kristályelrendeződést mutat.

A 6. ábrán pogácsákkal végzett kísérletsorozatot mutatunk be. Azonos méretű pogácsákat különböző hőmérsékleten teljesen azonos körülmények között megnyomtak és azt tapasztalták, hogy a 208° C-on még erősen repedt anyag 212° C-on már 75%-ban repedésmentesen alakítható volt. A hőmérséklet emelésével az alakíthatóság tovább emelkedett. Ezt a körülményt a hengerlésnél feltétlenül szem előtt kell tartani, mert a minimális hőmérséklet alatt a lemezben kristálytranszláció lép fel, amit az 5. ábrán is láttunk. A belső szerkezet ilyen alakulása könnyen érthetővé teszi a magnézium és ötvözetéből készült lemezek mechanikai tulajdonságainak az irányok szerinti változását. A hengerlés irányában a hajlíthatóság rosszabb, mint a hengerlésre merőlegesen. Ugyanez vonatkozik a szakítószilárdságra is. A különbség 3—4,5 kg/mm<sup>2</sup> is lehet.

### 3. A szokásos ötvözetek

A színmagnéziumot kis szilárdsági tulajdonságai miatt csak ritkán használják, annál nagyobb jelentőségűek ötvözei. A hengerelhető Mg ötvözetek a következő csoportokba oszthatók:

1. Mg-Mn
2. Mg-Al-Zn
3. Mg-Zn-Zr.

Kevés Mn-t, kb. 3%-ig, minden ötvözetbe adunk, mert a Mn növeli az ötvözet korrózió ellenállását. A Mn-nak előnyös hatása még, hogy a hengerelhetőséget is előnyösen befolyásolja. Az egyes ötvözők magnéziumra gyakorolt hatását a következőkben adjuk:

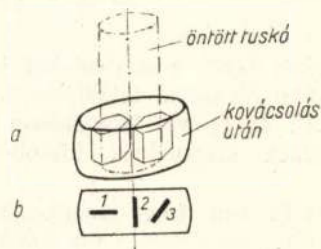
Az Al növeli a szilárdságot és némileg nemesíthetővé teszi a Mg ötvözeteket.

A Zn keményít és a nyúlást javítja. Elősegíti a nemesíthetőséget.

A Ce emeli a szilárdságot és a nyúlást, ezenkívül növeli a korrózió ellenállást.

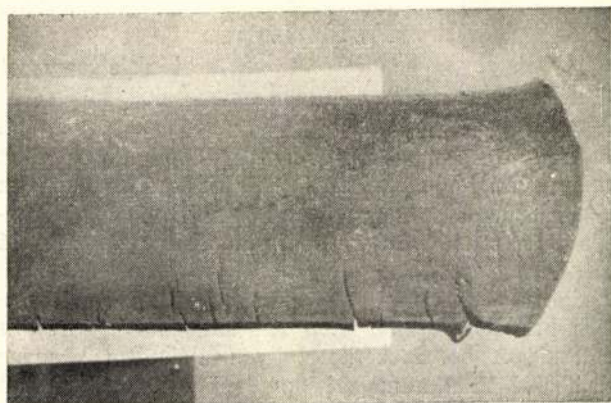
A Zr finomítja a szemcsét, növeli a korrózió ellenállást és a képlékenységet, a szilárdsági tulajdonságokat javítja.

Az Al tartalom növelésével a Mg ötvözetek melegtörékenysége növekszik. A melegtörékenység a



6. ábra.





7. ábra.

hengerlésnél a 7. ábrán látható jelenséget mutatja. Ennek oka, hogy a Mg az Al-mal  $Al_3Mg_2$  vagy  $Al_3Mg_4$  vegyületet képez, amely a  $\theta$  fázissal 431 C fokon olvadó eutektikumot képez. Ez a kis olvadáspontú eutektikum a kristályok között helyezkedik el és 430° C felett megolvad, aminek következtében a hengerek nyomására a kristályok közötti kapcsolat megszűnik. Ha 450 C fokon néhány óráig melegítünk 5%, vagy ennél magasabb Al tartalmú Mg ötvözetet, akkor az öntött tuskó, vagy lemez felületén sötétszürke por jelentkezik, ami kb. 50%-ban Mg és a többi nagyrészen Al és kisebb részben Zn. A későbbiekben látni fogjuk, hogy az alacsony olvadáspontú eutektikumok jelenléte a hengerlésnél mennyire hátrányos, mert ezeknél az ötvözeteknél csak kis hőmérsékleti térségben tudunk hengerelni. A Mg-Zn-Zr ötvözeteknél megtörekénység még 500 C fokon sem lép fel és ugyanez tapasztalható a Mg-Mn ötvözeteknél is. Az I. táblázatban összefoglaljuk a hengerelhető ötvözeteket.

I. TÁBLÁZAT

Az ötvözet jele	Al	Zn	Mn	Ce	Zr	Mg	Elnevezés
Mg-Mn	—	—	1,5	—	—	R	(AM 503)
Mg-Al3-Zn	3,0	1,0	0,3	—	—	»	AZ 31
Mg-Mn-Ce	—	—	2,0	0,5	—	»	AM 537
Mg-Zn-Zr	—	3,0	—	—	0,7	»	ZW 3

Fenti ötvözeteken kívül a szabaddámi leírásokban a legkülönbözőbb ötvözetek találhatók, amelyeknél általában az Al, Zn és Mn főötvözőkön kívül a legkülönbözőbb fémek szerepelnek kisebb-nagyobb mennyiségben.

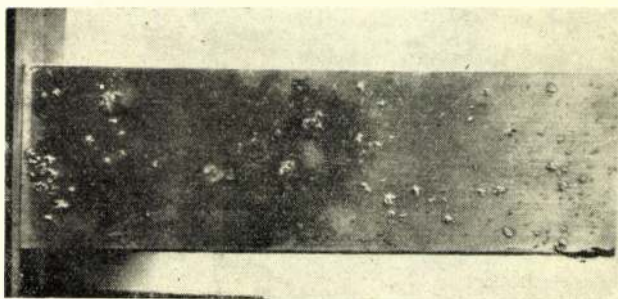
A Mg a fémek és nem fémek szennyezőkre igen érzékeny. Szennyezői: Fe 0,03%, Cu 0,005%, Ni 0,0015%, Sn 0,005%, Pb 0,005%, Na 0,025%, Ca 0,2% és Si 0,01% maximálisan. A Ca 0,2%-os értékig csak akkor emelhető, ha szemcsefinomító hatását akarjuk kihasználni. E mennyiség felett az anyag könnyen megtörekénnyé válik.

A fémek szennyezőkön kívül az alábbi nemfémek szennyezőket is meg kell említenünk:

A magnéziumban már elektrolízisnél maradnak kloridok és olvasztás közben oxidok és nitrdek, va-

lamint szulfidok képződhetnek. A nagyobb fajsúlyú nemfémek zárványok az olvadék aljára ülepednek és így öntésnél nem károsak, mert az olvadék alját rendszerint már nem öntjük a tuskóba. A finomabb eloszlású zárványok eltávolítására a legalkalmasabb módszer, ha finomító sóval átkeverjük az olvadékot és 750 C fokon pihentetjük.

A sómaradványok és egyéb nemfémek zárványok ülepedési sebessége függ a zárvány fajsúlyától, tömegétől és az olvadék hőmérsékletétől. Kísérletek alapján ismertetjük a szemcse körülbelüli nagyságának megfelelő ülepedési sebességet. Amíg az aránylag durvaszemű zárvány ülepedési sebessége 2 mm/10 mp, addig a finom zárványszemcskék csak egészen kis mértékben (0,75 mm/p vagy 0,25 mm/3 p sebes-



8. ábra.

séggel ülepednek. A visszamaradt sózárványok egy-két nap múlva az öntvény felületén korróziós nyomokat mutatnak. Ilyen helytelenül öntött és két nap után sókivirágzással teli felületű öntvényt látunk a 8. ábrán.

#### 4. Hengerlés

A gyengén ötvözött Mg ötvözetek általában jól hengerelhetők. Elsősorban a lemez hengerlésnek van jelentősége. Az alakos hengerlést is kidolgozták, azonban ez alárendelt jelentőségű.

A lemez hengerlésnél nagyon fontos a tuskók gondos előmelegítése és a hengerek megfelelő hőmérséklete. Tuskó előmelegítés a Mg-Mn és Mg-Zn-Zr ötvözeteknél 500° C körül mozoghat. Minél nagyobb az előmelegítési hőmérséklet felső határa, annál nagyobb keresztmetszetcsökkenést érhetünk el egy hőmérséklettel. A Mg-Al-Zn ötvözeteknél 450° C ajánlható, amíg az Al tartalom 5–6%-nál nem nagyobb. E felett azonban legfeljebb 420 C fokig mehet a legnagyobb hengerlési hőmérséklet. A hengerlés legkisebb hőmérsékletével ne menjünk 300° C alá.

Fogyástervünket tehát úgy kell beállítanunk, hogy csak addig szabad egymellel hengerelnünk, amíg az anyag a fent megadott hőmérsékleti határok között mozog.

A tuskó előmelegítés lehetőleg elektromos ellenállásfűtésű, légcirkulációs kemencében történhet. Különösen ügyeljünk arra, hogy a kemence tiszta legyen és a Mg Al-mal ne érintkezzék, mert termítreakció lép fel és a Mg könnyen meggyulladhat. Egyébként különleges védő atmoszféra nem szükséges. A nagy Al tartalmú ötvözetek kellemtelenkedhetnek, mert helyi olvadásra hajlamosak. A Zr tartalmú ötvözeteknél viszont könnyen léphet fel felületi oxidáció.



Példaképen a II. táblázaton bemutatunk egy fogyástervet, amelyen Mg-Mn és Mg-Zn-Zr ötvözetű tuskókat végig melegen hengerelünk le. A hőmérséklet a hengerlés megkezdésekor 500° C, a befejezéskor pedig 300° C. A kiindulási tuskók mérete az Mg-Mn ötvözetnél 600×400×72 mm, amely vastagságról 10 szúrással 5,5 mm-re történt a lehengerlés. A Mg-Zn-Zr ötvözetű tuskó mérete 1000×36×120 mm, amelyet ugyancsak 10 szúrással 13,8 mm-re hengereltek. A lehengerlés reverzáló duón 1—1,25 m/sec. hengerlési sebességgel történt. A hengerek kenésére 2% emulziós olajtartalmú vizet használtak.

II. TÁBLÁZAT

Tuskóméret	Szúrásonkénti keresztmetszetcsökkenés %	
	Mg-Mn	Mg-Zn-Zr
Mg-Mn : 600×400×72 mm	19,6	24,4
	19,2	24,3
	19,0	20,8
	23,5	76,5
	30,8	22,6
Mg-Zn-Zr : 1000×36 120 mm	33,3	37,5
	33,3	37,4
	25,0	36,2
	16,2	30,0
	12,0	28,6

Az így melegen előnyújtott szalagot sablonírozák és a sablonokat gyorsan melegítik fel, mert különben a felület erősen oxidálódna és a szövet belső szerkezete durvaszeművé válna. Az erősen rekrisztallizált anyag jól alakítható ugyan, de mechanikai tulajdonságai nagyon rosszak. A melegítést éppen ezért a legjobb úgy végezni, hogy a lemezeket állítva helyezzük a kemencébe. A hengerlést a készméretig melegen végezzük. A Mg-Mn ötvözetű sablonok hengerlését 450° C-on kezdjük és 5,5 mm vastagságról, háromszori közbenső melegítéssel, esetenként 2—3 szúrással, tehát összesen 9—10 szúrással hengereljük 1 mm vastagságig.

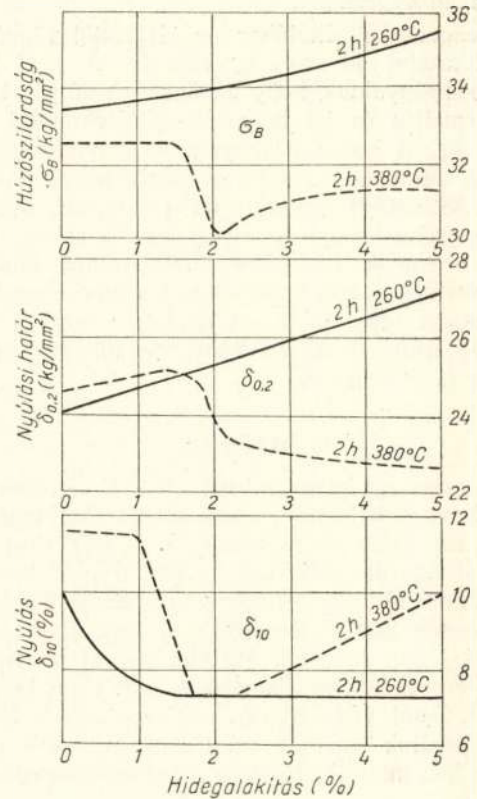
Irodalmi adatok beszámolnak hideg hengerlésről is, azonban intézeti kísérleteink szerint legfeljebb 5—10%-os lehengerlés engedhető meg. Ha ezt a szabályt nem tartjuk be, akkor erős kristályelcsúszás lép fel és a lemez a hengerlés irányára merőlegesen széttöredezik. Az 1 mm vastagságig is melegen kell hengerelnünk, mert a szalagszerű kristályképződést és a lemez erős törékenységet csak így kerülhetjük el. A meleghengerlésnél az anyag hőmérséklete ne süllyedjen 300° C alá.

A Mg-Mn és Mg-Zn-Zr ötvözeteknél kiindulhatunk 480° C-ról, de itt is melegen kell készre hengerelnünk.

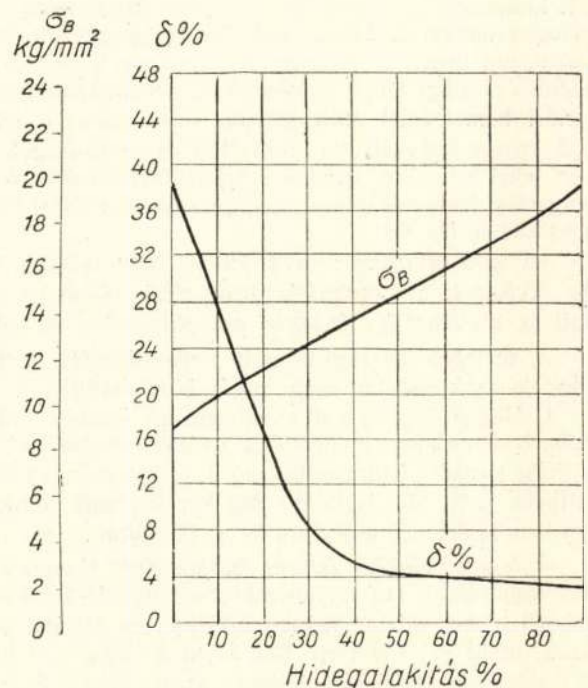
A Mg és ötvözetének hőkapacitása kicsi, amiből önként következik, hogy a gyors lehűlés megakadályozására a kemencét a hengerállványhoz egészen közel kell építeni és azonkívül a hengereket legalább 250—300° C-ra melegítsük elő. Az anyag elvékonyodásánál a kenőanyagot fokozatosan csökkentjük, de teljesen elhagyni nem szabad, mert az erősen képlékeny Mg, illetve ötvözetei a hengerre tapadnak. Ha a hengerek nem tiszták, akkor nemcsak a lemez felületét teszik csunyvává, de hengerlés közben az egyenlőtlen nyomásnak kitett lemez könnyen repedhet.

A hengerlési teljesítmény növelése céljából pákett hengerléssel is próbálkoztak, azonban az így nyert csunya lemezfelület miatt ezt a hengerlési módszert elvetették.

Hideg utánhengerlés egészen kis mértékben csak akkor engedhető meg, ha a folyási határt akarjuk emelni, vagy egyengetésre van szükség. A 9. ábrán diagrammot mutatunk be, amelyen a hidegalakítás százalékaiban a szilárdsági értékek változása látható.



9. ábra.



10. ábra.



A 10. ábrán a hidegalakítás növelésével élesen kivehető a nyúlás nagymértékű csökkenése és ugyanakkor a szilárdság aránylag kismértékű emelkedése.

A magnézium lemezek görgős egyengetőn történő egyengetését kerülni kell, mert ezáltal hosszirányban a szilárdsági tulajdonságok hasonlóképpen rosszabbodnak, mint ahogy ezt a hideghengerlésnél tapasztaltuk. Egyengetést nyújtóhúzással, vagy pedig hőkezelés utáni kismértékű hideg utánhengerléssel szabad végeznünk.

Hengerléssel általában az ötvözetől függően a lemezkihozatal 40–80%-ig változik. A jövő törekvései odairányulnak, hogy az öntecsek súlyát 4–500 kg-ra emeljék és jól hengerelhető ötvözeteket állítsanak elő. A korszerű hengerművi berendezés itt is hasonló, mint az alumínium hengerlésnél. A hengerlési sebességet reverzáló duón 3 m/sec., míg tendem quartokon végső sebességként 6,5 m/sec.-ra, sőt többre is emelik. Európában magnéziumot általában nagyteljesítményű quartó hengereken kis sebességgel hengerelnek. A tapasztalat azt igazolja, hogy a nagy sebesség nemcsak teljesítmény, de minőségi szempontból is előnyösebb.

### 5. Hőkezelés

A szinmagnéziumban már 3–4%-os hengerlés után durva kristályos szövet alakul ki, amelynek kezdeti rekrisztallizációs hőmérséklete 160° C-nál kezdődik. Bungardt és Schiedt szerint 6% Al és 0,9% Zn tartalmú Mg ötvözet rekrisztallizációja 6%-os zömítés esetén 245° C-tól 310° C-ig tart. Ezzel szemben a 2% Mn tartalmú Mg-Mn ötvözet rekrisztallizációs térfoka 8%-os zömítésnél 220° C-on kezdődik és 450° C-nál végződik. A rekrisztallizációs hőmérsékleti határok ismerete azért lényeges, mert ennek alapján kell megválasztanunk a helyes hengerlési sebességet.

A rekrisztallizációs jelenségek tisztázására végzett kísérletek igazolják azt a tapasztalatot, hogy a melegen hengerelt lemez csak kis rácyszerkezeti átalakuláson megy át, vagyis, a darabban kismértékű feszültségi állapot marad vissza. Az alkalmazott hengerlési hőmérséklet alatt történő hőkezeléssel a felépő szövetszerkezeti elváltozásokat és feszültségeket nem lehet elkerülni, azaz a rekrisztallizáció csakis a hengerlési hőmérséklethez közeli, vagy ezen felüli hőmérsékleten lép fel.

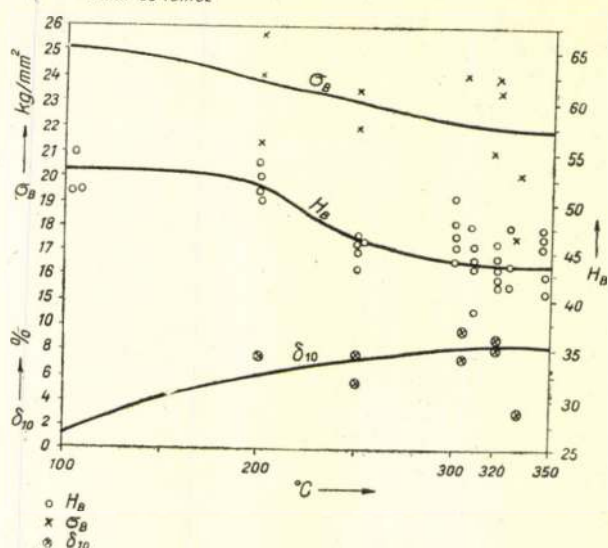
Ez gyakorlatilag annyit jelent, hogy elősajtoló Mg ötvözetek az optimális hengerlési hőmérséklet alatt is alakíthatók, lényeges szövetdurvulás nélkül.

A melegen készre hengerelt lemez kihűlés után rideg és csak egészen nagy sugár körüli hajlítható.

Utólagos lágyítással a szilárdsági értékek erősebb mérvű csökkenése nélkül a nyúlás emelhető és a hajlítási sugár a lemezvastagság 3–4-szeresére csökkenthető. 2% Mn tartalmú Mg-Mn ötvözetű lemez lágyítási kísérleteit mutatjuk be a 11. ábrán.

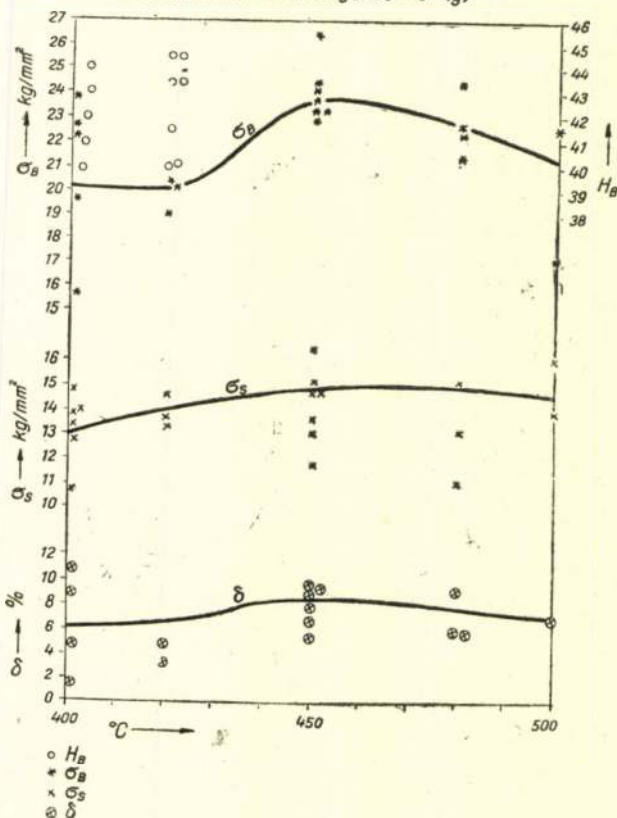
A legmegfelelőbb értéket kapjuk 320° C-on történő lágyítással. Ha ugyanezeket az ötvözeteket különböző hőmérsékleten homogenizáljuk, és vízben ledzük, majd ezt követően 100° C-on 5 óráig öregítjük, akkor a 12. ábrán látható diagramm értékeit kapjuk.

1 Mg-Mn lágyítás  
1 mm-es lemez



11. ábra.

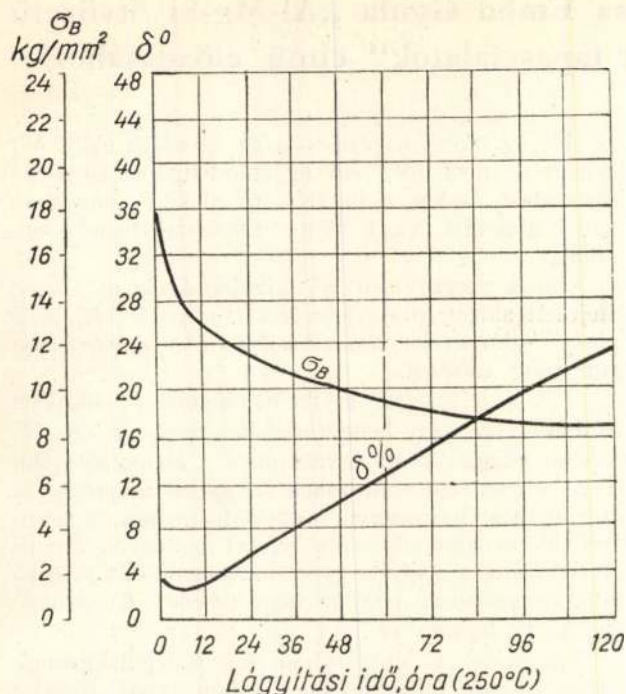
2 Mg-Mn hőkezelés  
1 mm-es lemez (100° C-on öregítve 1-5 h-ig)



12. ábra.

Nagyobb mértékű kilágyulást csakis hosszú ideig tartó lágyítással érhetünk el. A 13. ábrán a lágyítási idő függvényében 250° C-on történő lágyítás esetén a szilárdsági értékek változását tüntetjük fel.





13. ábra.

A melegen lehengerelt és nem hőkezelt lemezek különböző Mg ötvözeteknél a III. táblázaton közölt szilárdsági értékeket adják.

III. TÁBLÁZAT

Ötvözet jele	Folyási határ	Szakítószilárdság	Nyúlás
Mg-Mn	20	30	3
Mg-Al3-Zn	18	27	14
Mg-Mn-Ce6	23	26	3
Mg-Zn-Zr	18—22	38—42	8—14

Lágyítással a szakítószilárdság kismértékű csökkenése mellett a nyúlás emelhető. Homogenizálással és öregbitéssel a szilárdsági értékek csak kis mértékben javíthatók. E területen még sok kutatni való van. Intézetünk is végez kísérleteket, amelyeknek célja, hogy az itteni ismeretlen területeket fedjük.

### Összefoglalás

Tanulmányunkban a hengerlésre alkalmas Mg ötvözetek olvasztásával és öntésével, valamint a

szennyezők befolyásával és eltávolításával foglalkoztunk.

A hengerlés szempontjából lényeges kristályszerkezetet igyekeztünk megvilágítani. Rámutattunk a hengerlési hőmérséklet és a hengerelhetőség egyéb körülményeire.

Ugyancsak foglalkoztunk a különböző hőmérséklet és hőkezelés hatásával.

### IRODALOM

1. Dr. Louis A. Carapella: New Developments in Magnesium Foundry Technology. Aluminium and Magnesium 1946. VIII. IX.
2. Emley: Journal of the Institute of Metals 1949. II.
3. K. V. Peredel'szkij: Magnéziumötvözetek intermetallikus kötése. Luftfahrtindustrie 1939. I. sz. 32—34.
4. Sz. M. Voronov, L. Ja. Spoljanskij, A. V. Szitajev: Ötvözött magnéziumcsövek előállításának technológiája. Luftfahrtindustrie 1939. I. sz. 18—32.
5. G. Siebel: Über die Weiterentwicklung von Magnesium-Legierungen. Zeitschrift für Metallkunde 1948.
6. A. V. Lorch: Metals and Alloys. 21. 1652. (1945.)
7. R. S. Busk and E. G. Babalek: H<sub>2</sub> in The Magnesium Alloys. Inst. of Metals Division 1947.
8. Hult Fren and Michel: Metals Technology, 12. I. P. 1834. (1945.)
9. Mahoney Tarr and Le Grand: Metals Technology, 12. I. P. 1892. (1945.)
10. K. W. Peredel'szkij: Alumíniumtartalmú elektron ötvözeze berilliummal. Moszkva 1940.
11. Burns: Berillium in the Magnesium Alloys. Transactions of the American Society for Metals 1948.
12. Jakóby László: Fémöntödei sokészítmények, Bányászati Kohászati Lapok 1950. VI.
13. Ball and Fox: Magnesium Electron Ltd. London U. S. A. szab. 2, 497, 529. 8/3. 1946.
14. Krinov B. B. Litye Magnievoch szplavov. Oborongiz 1948.
15. Abromov G. A. „Metallurgia“ 1944. No. 3. 1933. No. 6. 1935. 99.
16. Ageev H. B. Zamotorin M. H. Sojchet D. H.: Metallurg. 1936, No. 3 és 4.
17. Antipin és Alabisev A. F. O. Legkich Metallov 1932.
18. Ch. L. Sztrec, A. Ju. Taic. Sz—Sz. Guljanyickij: Metallurgia Magnijja. Moszkva 1950.
19. Bjeljajev A. I.: Metallurgija Legkich Metallov, Metallurgizdat 1949.
20. A. Zeerleder: Technologie der Leichtmetalle, Zürich 1947.
21. VDI: Werkstoff Magnesium. Berlin 1939.
22. Dr. Papp E.—Dr. Buray Z.: Al-Mg olvadáknál felhasznált fedősók előállítása hazai anyagokból. Alumínium, Bányászati Kohászati Lapok 1949.
23. Emőd—Jakóby: Könnyűfémek kovácsolása. Nehézipari Könyvkiadó 1951.
24. Wilkinson and Fox: The Hot working of Mg and its Alloys. Inst. Met. 1950. Vol. 76.
25. Emőd—Vajk: A cirkon szerepe a magnézium ötvözetekben. Kohászati Lapok. 1951. 11.
26. Jakóby—Emőd—Vajk: Magnéziumolvadékok finomítása. Kohászati Lapok. 1951. 7.



## Sz. M. Voronov professzor hozzászólása Emőd Gyula „Al-Mg-Si ötvözetű lemezek felhasználása körül szerzett tapasztalatok” című előadásához

Az 1950. V. 18-án a Bányászati és Kohászati Egyesület-ben tartott és u. e. évben a Bányászati és Kohászati Lapok 8—9. számában közölt kísérleti eredményeim bizonyos pontokon nem egyeztek Voronov professzor kísérleti eredményeivel, amiért is szükségesnek tartottam néhány kérdést tisztázni.

A kérdés lényege, hogy 0,6% Cu tartalmú Al-Mg-Si ötvözetből közel azonos összetétel mellett Voronov professzor kovácsolt és sajtolt darabokat készített, én viszont lemezt hengereltem. A teljesen azonos végső hőkezelés után Voronov professzor 47 kg/mm<sup>2</sup> szilárdságot ért el, ugyanakkor lemezzel csak 39,6 kg/mm<sup>2</sup> szilárdság volt elérhető. (Közelebbit lásd Bányászati és Kohászati Lapok 1950. 9. sz. 219. old. II. táblázat.)

Kérdésemre kimerítő magyarázatot adott Voronov professzor hozzám írt levelében, amelynek idevonatkozó részét szívesen közlöm.

Emőd Gyula.

Rövid bevezetés után Sz. M. Voronov professzor a következőket írja:

„Most pedig sietek válaszolni azokra a kérdésekre, melyek az Al-Mg-Si rendszerű ötvözetek vizsgálata során az Ön és általam elért eredmények összehasonlítása alkalmával eltérést mutattak.

Az alakított munkadarabok mechanikai tulajdonságai nem csupán az ötvözet vegyi összetételétől függenek, hanem a szerkezet jellegétől is, mely a végső megalakítás során jelentkezik. (A szerkezet jellege a hőkezelés hőmérsékleti viszonyaitól, valamint időtartamától függ, de függ ezenkívül még az előző megalakítás jellegétől és hőmérsékleti viszonyaitól is. Ezért távolról sem lehet meleg és hideg hengerlés útján előállított lemezfélgártmányok mechanikai tulajdonságait a csupán megalakítás útján előállított sajtolt félgártmányok és kovácsdarabok mechanikai tulajdonságaival minden esetben összehasonlítani.

Az Al-Cu, Al-Mg, Al-Zn, Al-Cu-Mg, Al-Mg-Si, Al-Mg-Zn, Al-Cu-Mg-Zn ötvözetek már az öntecs megalakításának folyamán teljesen, vagy részben, a végső hőkezelés (az ötvözet edzése, vagy pontosabban a munkadarabok vízben történő hirtelen lehűtése előtti felhevítése) során pedig teljesen újrakristályosodnak.

Az újrakristályosodás eredményeképpen az így kapott darabok szerkezete dezorientált szemcsékből áll, a tulajdonságok anizotropiája a legkisebb, a darabok keményedése főleg szilárd oldat képződésének és az azt követő öregedésnek következménye, a szilárdság és a folyási határ, továbbá a hossz és keresztirányú alakítási tulajdonságok közötti különbség is igen csekély mértékű. Ezek az általunk megállapított sajátságok igen világosan jelentkeznek a hőkezelés előtti hidegalakítás esetében olyan készítményeken, mint pl. a hideghengerlés és hideghúzás útján előállított lemezek és csövek.

Ha az ötvözetbe olyan fémeket adnak, amely emeli a rekristallizációs hőmérsékletet, vagy késlelteti az újrakristályosodási folyamatot, akkor megalakítás után nem kristályosodás, hanem szálás (rostos) szerkezet, ú. n. alakítási szövet lép fel.

Ha az utolsó hőkezelés, azaz az edzés előtti felmelegítés, nem idéz elő egyenlő-tengelyű újrakristályosodást, akkor a darabok az alakítás irányában rostos alakítást, vagy rostos rekristallizációt mutatnak.

Ennek megfelelően a tulajdonságoknak élesen kifejezett anizotropiája jelentkezik, a szilárdság és a folyási határ értéke hosszirányban nő, keresztirányban pedig csökken.

Ezt a jelenséget a megalakítástól függően prérshatásnak, vagy hengerhatásnak nevezzük. Az ötvözetbe adagolt elem természetétől, állapotábrájától és az utolsó fázisváltástól függően a prérshatás vagy nagyon nagymérvű, vagy pedig mérsékelt lehet. Ilyen pl. az alumínium ötvözeteket keményítő Mn és Cr hatására a sajtolt gyártmányoknál bekövetkező erőteljes hosszirányú szilárdságnövekedés. (A szilárdság 8—12 kg/mm<sup>2</sup>-re nő.)

Ha ezeket a félgártmányokat hidegalakításnak vetjük alá, a hidegalakítás az újrakristályosodási folyamat teljes kifejlődését idézi elő az edzés előtti felmelegítés során és ez okozza a prérshatás megsemmisülését a szilárdság hosszirányú csökkenését keresztirányú megnövekedését, azaz a tulajdonságok anizotropiájának megsemmisülését vagy nagymérvű csökkenését.

Az Al-Cu-Mg és Al-Mg-Si ötvözetek megalakítási hőmérséklete — Mn, vagy Si adagolása esetében — erősen hat a szövet jellegére, a megalakítás nagy hőmérséklete (450—500° C) alakítási szövet megjelenését eredményezi és következésképpen növeli a prérshatást, ha pedig csökkentjük a hőmérsékletet (350—400° C), akkor elősegítjük az edzéshez történő felmelegítés során bekövetkező újrakristályosodást és csökken a hosszirányú szilárdság. Az ilyen általános megfontolások valószínűleg jól ismeretesek Ön előtt is.

Most pedig térjünk át az Önt érdeklő ötvözetekre. Ha Al-Mg-Si ötvözetekbe Mn-t és Cu-t adagolunk, ezek ellentétes hatást fejtenek ki a melegen előállított darabok szerkezetében.

A Cu nem akadályozza meg a kristályosodási folyamat kifejlődését és nem okozza prérshatás jelentkezését. A Cu, mint keményítő anyag hat és pedig olyképpen, hogy az alumíniummal szilárd oldatot alkot és hatása annál nagyobb, minél nagyobb mértékben tartalmaz az ötvözet Cu-t. Ha az ötvözetben Cu csupán csekély mennyiségben van (legfeljebb 0,5%), a szilárdságnövelő hatás kismértékű, nagy koncentráció (4—5%) esetében azonban a hatás észrevehetően megnövekedik. A tulajdonságok anizotropiája jelentéktelen. Ezzel szemben a Mn lassítja az újrakristályosodási folyamatot és kifejezetten elősegíti a prérshatást, különösen akkor, ha 0,8—1% mennyiségben van jelen. Ha a Mn tartalom kismértékű (0,1—0,2%) és az edzési hőmérséklet magasabb (520—540° C), durva újrakristályosodási folyamat játszódik le, amely nagyméretű, hosszúka szemcsék formájában jut kifejezésre. Ennek eredményeképpen a mechanikai tulajdonságok csökkennek, mes-



terséges öregítés után pedig a süllyesztékes sajtolással készült gyártmányok esetében palás törés észlelhető.

0,4–0,5% Mn tartalom, valamint mérsékelt (490–510° C) edzési hőmérséklet esetében alakítási szövet és hosszirányban igen jó szilárdsági tulajdonságok figyelhetők meg, amelyek felülmúlják ugyanannak az ötvözetnek jellemző tulajdonságait abban az esetben, ha magas, (530–540° C) edzési hőmérsékletet alkalmazunk, hiszen a nagy hőmérséklet ismét csak durva újrakristályosodást idéz elő. Az ezáltal okozott szilárdságcsökkenést nem egyenlítheti ki az sem, hogy nagymennyiségű alkotó szilárd oldatba megy át. A 0,8–1% Mn tartalom esetében alakítási szövet és élesen kialakuló prérshatás figyelhető meg. Nagymennyiségű (1,2–2,0%) Mn tartalom esetében hármas fázis képződése következtében (a Al-Mn-Si) a mechanikai tulajdonságok romlása figyelhető meg.

Ha Mn-t vagy Cr-t tartalmazó Al-Mg-Si ötvözeteket hidegalakításnak vetünk alá, akkor edzés és öregítés után a szilárdsági tulajdonságok hossz-

irányban hirtelen csökkennek és a prérshatás részben, vagy egészben eltűnik.

Eppen ebben foglalható össze az Ön és az én eredményeim között a különféle mechanikai tulajdonságokban mutatózó különbségek oka. Önnek jól újrakristályosodott lemez állott rendelkezésére. Ez az anyag dezorientálódott, újrakristályosodott szerkezetű. Következtében nem is rendelkezhetett nagy szilárdsággal. Az én rúdaim melegen sajtolt állapotban voltak és nem mutattak fel újrakristályosodott szerkezetet (alakítási szövet).

Ennek következtében e rudak hosszirányban kiváló szilárdságúak voltak. Ha e rudakat hidegen nyújtjuk s utána hőkezeliük, szilárdsági tulajdonságaik arra az értékre csökkennek, melyeket ön a lemezekben állapított meg.

Íme, röviden összefoglalva, ez az, amit az Ön által feltett kérdésekre válaszolhatok.

Kívánok Önnek, hazája tudósainak és az Ön nemzetének munkájához további sikereket

dr. Sz. M. Voronov  
egyetemi tanár."

## Elektromos energia-csúcs csökkentési lehetőségek az alumíniumkohászatban

KOLOS Y ERNŐ

Fejlődő iparunk hatalmas igényekkel lép fel az energiaszolgáltatás felé. Az energiaszolgáltatás erős terhelését energiamegtakarítással és az országos csúcsterhelések idején történő terheléscsökkentéssel enyhítjük.

Az alumíniumkohászat Magyarországon az energiatermelés jelentős részét köti le. Ezért igen nagy fontosságú az alumíniumkohászat terén történő energiamegtakarítás és úgynevezett csúcs csökkentés.

A jelen sorokban az alumíniumkohók országos csúcsidejében történő terheléscsökkentési lehetőségeiről kívánunk szólni. A lehetőségeket ezen a téren két csoportra oszthatjuk:

1. alapterheléscsökkentés,
2. anódeffektusok (teljesítménycsúcsok) számának csökkentése.

Az alapterheléscsökkentése két különböző módon képzelhető el:

- a) az egyenáramú oldalon történő áramerősségszökkentéssel,
- b) az egyenáramú oldalon történő feszültségcsökkentéssel.

Az áramerősség csökkentése műszakilag kivitelezhető, azonban termelés csökkenéssel és az önköltségi tényezők igen kedvezőtlen alakulásával járna, ezért az ilyen úton történő csúcs csökkentés nem ajánlatos.

Az egyenáramú oldalon történő feszültségcsökkentés (alapfeszültségcsökkentés) műszakilag járható út, Szentiványi Gyula ebben az irányban igen érté-

kes kísérletet végzett, melynek eredményeként 2–3% egyenáramú alapfeszültség-csökkentést tudott elérni azzal, hogy egész kemenceszériát csúcside előtt nagyobb timföldkoncentrációval látott el. Tudvalevő, hogy az alumínium-elektrolízis kemencék kapcsolási feszültsége nagyobb timföldkoncentráció esetén az 5 V körüli átlagértéknél 0,10–0,15 V-al alacsonyabb. Ennek az alacsonyabb kapcsolási feszültségnek a szériára vonatkozó integrációja jól látható a szériafeszültség-regisztr szalagján.

Meg kell jegyeznünk, hogy az alapfeszültségcsökkentésnek a fenti módja nem járható út minden kohóban. Ezen felül ez a módszer naponta csak egy ízben alkalmazható, (nem lehet ezzel a módszerrel a téli reggeli és délutáni csúcs csökkentést szolgálni.) Olyan kohóknál, ahol a csapolás napi három műszakra van beosztva pl. egyenletes egalizálási kapacitás kihasználása céljából stb. ott nehéz a timföldkoncentráció emelésével az alapfeszültségcsökkentést végrehajtani, ugyanis a timföldkoncentráció emelését célzó kemencekezelések időpontja a csapolások időpontjától függ.

Tágabb terület kínálkozik a csúcs csökkentésre az anódeffektusok számának csökkentésével. Az egyes kemencék 5 V körüli kapcsolási feszültsége a timföldkoncentrációnak egy minimális értékre való lecsökkenése után 30–40 V-ra emelkedik, mely feszültség-emelkedés az iparban előforduló intenzitítású kemenceknél 1000 kW teljesítmény körüli teljesítménynövekedést idéz elő. Ezen csúcsok számának csökkentésére az alábbi módokat ismertettük:



a) elektromos vonalon állandó teljesítményre való szabályozás,

b) a timföldkoncentrációnak a kemencékben a minimális érték felett való tartása.

A kohászati technológia megkívánja azt a feszültség szabályozási módszert, hogy szériánként egy anódeffektus (30–40 V) esetén áramerősségcsökkenés ne álljon elő. Elképzelhető az, hogy csúcsidőre áttérjünk állandó feszültségre és így állandó teljesítményt kapjunk. Ez azonban nagyteljesítményű áram alatt működő kapcsolók fokozott igénybevételét jelentené, ami biztonsági szempontból nem kívánatos. Külföldi kohókban ezeket a kapcsolókat használják naponta többször is, hazai kohóink felkészültsége azonban ezt még nem engedi meg.

Gyakorlatilag a hazai alumíniumkohászat legtöbbet tehet a csúcs csökkentés érdekében kohászati vonalon a kemencék elektrolitjában történő timföldkoncentráció szabályozással. Elméletileg szabályozni tudjuk a timföldkoncentrációt olyan mértékben, hogy a csúcsidőszakokat teljesen áthidaljuk anódeffektusok nélkül. Gyakorlatban ennek az anódeffektusmentes üzemmenetnek a beállítása elsősorban a kohászok képzettségétől, másodsorban pedig a felhasznált nyersanyagok (timföld, anódmassza) minőségétől függ. Függ azonban az üzem egyéb adottságaitól is, pl., hogyan tudja ütemezni a csapolásokat stb.

Ha az üzem be tudja állítani egy műszakra az összes csapolásait, akkor a csapolások utáni bekezeléssel (timföldkoncentráció növeléssel) elérheti azt, hogy az utána következő időszakban a kemencék nem érik el azt a minimális timföldkoncentrációt, melynél az anódeffektus fellép. Az üzem úgy állítja be a csapolást, hogy az anódeffektusmentes időszak egybeessen a csúcsidőszakkal. Ezzel egyúttal az alacsony feszültség csökkentést is eléri az üzem.

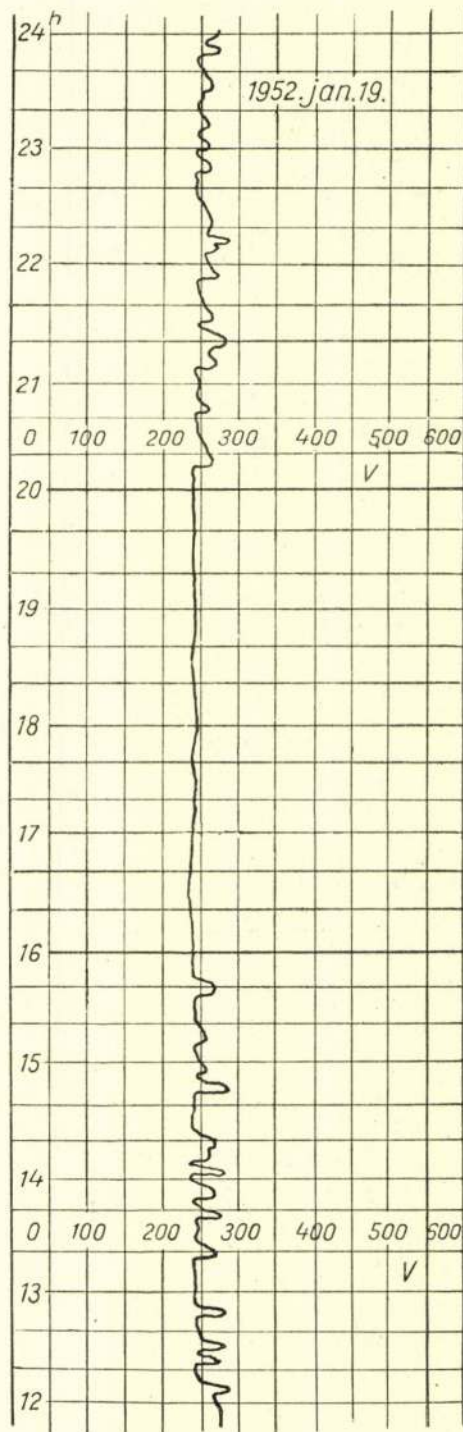
Ha a csapolásoktól függetlenül kell az üzemnek a csúcs csökkentést megszervezni, akkor a kohászok úgy szervezik meg a munkájukat, hogy a csúcsidő kezdete előtti 5–6 órával előbbi időpontig a kemencék kezelésénél kevesebb timföldet adnak az elektrolitba, így még csúcsidő előtt újra kezelésre kerül. A későbbi kezeléseknél pedig nagyobb adagolással biztosítják azt, hogy a következő kezelés (anódeffektus) a csúcsidő utáni időszakra essék. Pl. ha a csúcsidő 16–20 óráig tart, akkor 11 óráig a kezeléseknél kisebb timföldadagolást végeznek, hogy 16 óra előtt történjen az újabb kezelés, 11 óra utáni kezeléseknél pedig nagyobb adagolással 20 óra utáni időszakra tolják ki a kezelési időpontot. Elvileg igen egyszerű megoldásnak látszik ez a módszer, azonban jól gyakorlott kohászi igényel a kivitel, mert a kemencék hőmérsékletének változásával is ingadozik a timföldkoncentráció — tekintettel arra, — hogy az elektrolit oldóképessége a hőmérséklettel eléggé érzékenyen változik.

A fenti módszer alkalmazása az egymást váltó műszakok jó együttműködését kívánja.

Szervezetlenebb formája a csúcs csökkentésnek az a módszer, hogy a kohászok a timföldkoncentráció csökkenését jelző feszültségemelkedést figyelik és ennek alapján igyekeznek az anódeffektusokat meg-

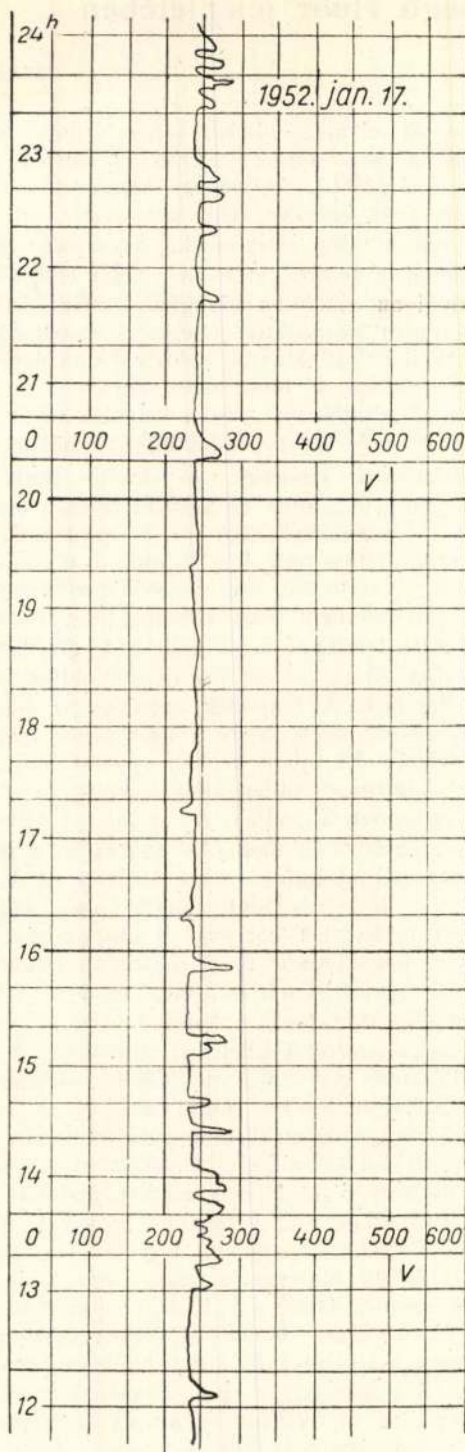
előzően a kemencéket bekezelni. Ezzel a módszerrel azonban nem érhető el olyan eredmény, mint az összes műszakok szervezett munkájával végzett csúcs csökkentés.

A tatabányai alumíniumkohóban ez utóbbi módszereket kipróbáltuk elmúlt év decemberében és ez év első hónapjaiban, amikor az országos csúcsterhelések a legerősebbek voltak. Az országos csúcsok csökkenése és főleg technológiai nehézségek miatt azóta nem végzünk csúcs csökkentést. A kísérletek eredményeit összegezve megállapítható, hogy azoknál a bri-



1. ábra.





2. ábra.

gádoknál volt a legtökéletesebb a csúcs csökkentés, ahol a legszervezettebb összmunka volt a három műszak dolgozói között. Továbbá ott értünk el legkomolyabb eredményt, ahol a brigádok vezetői képzetebek voltak. A legjobb brigádnál elértük, hogy több egymást követő napon át anódeffektus nélkül dolgozott csúcsidőszakban.

A mellékelt ábrában látható két napnak a feszültségregisztrálszalagja egy olyan tatabányai szériarészről, mely két egymás mellett lévő brigádot foglal magában. Az ábra azt mutatja, hogy kedvező körülmények között igen jól megközelíthető a teljes anódeffektus mentes üzem a csúcsidőszakban, (kiválasztott két legjobb eredmény).

Hazai viszonylatban kohászaink ki nem elégítő szakképzettségén felül nagy nehézségeket támaszt az a körülmény, hogy kulcsanyagaink minősége nem kifogástalan. Ennek következtében előfordulnak több hónapos periódusok, amikor a legmegfelelőbb technológia betartása érdekében kénytelen az üzem a csúcsidőtől függetlenül a kemencekezeléseket az előforduló rendellenességek elhárítása céljából legmegfelelőbb időpontban elvégezni. Itt említhető meg a timföldnek periódusonként előforduló nagy foszfor-pentoxid-tartalma, melynek következtében olyan hatalmas salakképződés áll elő, hogy kénytelenek vagyunk a bekezelések számát (anódeffektus kíséretében) szaporítani. Így természetesen a timföldadagolások nagyságának szabályozásával nem áll módunkban foglalkozni. Ugyanez az eset anódmassza vonalán is, a kifogásolható minőségek felhasználása esetén kénytelenek vagyunk a kezelések időpontját a technológiának legmegfelelőbb beállítása céljából a csúcsidőszaktól függetlenül megválasztani.

Tekintettel arra, hogy a vázolt csúcs csökkentési törekvésekkel kohónként 1000—2000 kW-os csúcsok kiküszöbölése érhető el, feltétlenül igen komolyan kell foglalkoznunk a problémával. A fentiek szerinti csúcs csökkentés meg nem felelő körültekintéssel való megszervezése természetesen csökkenéssel járhat, ezért a kivitelezés különös gondosságot kíván. Különösen érvényes ez alumíniumkohászatunk mai helyzetében, amikor a kulcsanyagok minősége rendkívüli technológiai megvalósítását követeli meg. Azonban az alumíniumkohászat önköltségének csökkentése feltétlenül megköveteli a kérdéses kulcsanyagok minőségének megjavítását, és ezen keresztül feltétlenül könnyebben járható út lesz a megfelelő csúcs csökkentés végrehajtása. Így energiaszolgáltatásunk jelenlegi fokozottabb terhelésének időszakában az alumíniumkohászat lényeges segítséget fog adni iparunknak.



## Kovászav meghatározás nagymennyiségű fluór jelenlétében

NAGY PÁL

543 : 666.86

### Определённые кремнекислота присутствие много количество фтор.

Автор: инж. Надь Пал

Примесь  $\text{SiO}_2$  в соли фтор, особине в криолит стал главный вопросом у электролиз алюминия. Спосов познакомиться нас новым определение. Криолит раскисляют безводный  $\text{KNaCO}_3 + \text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$  пример 1:1, расплав в водой мочивают и щелочивают в  $\text{KOH}$  и большим частичный 10%  $\text{CdCl}_2$  раствор наливает по капле. В растворе возникающий  $\text{Cd}(\text{OH})_2$  липнуть собой кремнекислота. Осадок фильтируют и  $\text{F}$  обходит в цеж. После вымыть, в  $\text{HCl}$  растворять, выпаривать, дегитратилизуют и количество  $\text{SiO}_2$  определяют обычный гравиметрический способом с  $\text{HF}$ .

$\text{SiO}_2$  Bestimmung in Gegenwart grosser Fluor Menge.

Paul Nagy

Die Untersuchung von Fluor-Verbindungen besonders von Kriolith auf  $\text{SiO}_2$  Gehalt ist von grosser Bedeutung. Nach die Beschreibung der bezogenen Literatur Angaben wird hier eine neu ausgearbeitete Methode beschrieben. Kriolith wird mit 1:1  $\text{KNaCO}_3$  und  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$  usta aufgeschlossen nach der Auflösung wird der Lösung  $\text{KOH}$  und tropfenweise 10%  $\text{CdCl}_2$  zugefügt. Es bildet sich ein  $\text{Cd}(\text{OH})_2$  Niederschlag womit das gesamte  $\text{SiO}_2$  ausfällt. Nach abfiltrieren des Niederschlages befindet sich das Fluor im Filtrat. Der Niederschlag wird in  $\text{HCl}$  gelöst, eingedampft, dehydratisiert und  $\text{SiO}_2$  nach der üblichen gravimetrischen Methode bestimmt.

Fluórsók vizsgálatával kapcsolatban egyik legnehezebb és legbizonytalanabbul elvégezhető elemzés azok kovászav tartalmának meghatározása. Alumíniumkohászatunk fejlődésével a természetes, grönlandi krioliton kívül egyre nagyobb mennyiségben használnuk fel mesterséges, műkriolitokat is, melyeknek  $\text{SiO}_2$  szennyezései néha olyan magasak, hogy alumíniumkohászati célokra a fémmínőség nagymértékű leromlása nélkül nem is használhatók. A kriolitok és a különböző fluórsók kovászav tartalmának gyors üzemi módszerrel történő megbízható vizsgálata tehát igen fontos feladatunkká vált. Az irodalomban található igen sokféle meghatározási mód közül az alábbiakban néhányat részletesebben ismertetni fogok.

Időrendileg első Hoffmann és Lundell<sup>1</sup> klasszikussá vált eljárása, melyet üzeminkben néha még ma is használnak.<sup>2</sup> Egy gramm anyagot hatszoros mennyiségű  $\text{KNaCO}_3$ -al  $\text{Pt}$  tégelyben összeolvasztanak és  $\text{CO}_2$  fejlődés megszűnéséig izzítják. Kihűlés után oldják, leszűrik és me'eg vízzel kimoszák. Ezután 1:1 sósavval éppen neutralizálják, 5 g szilárd ammónkarbonátot hozzáadva lefedett főzőpohárban forralják, majd szűrik és ammónkarbonátos vízzel mossák. Az  $\text{SiO}_2$  kiválása azonban nem kvantitatív, ezért a szüredékhez cinkoxidammóniát kell adni (alkálihidroxiddal frissen lecsapott és jól kimosott  $\text{Zn}(\text{OH})_2$ -t  $\text{NH}_4\text{OH}$ -ban oldunk). A kapott csapadékokat egyesítik, cc.  $\text{HCl}$ -el többször szárazra párolják, vízzel felveszik, leszűrik, izzítják, mérik.  $\text{HF}$ -el történő elfüstölés után újból mérik, a két mérés különbsége adja az  $\text{SiO}_2$  mennyiségét. Az eljárás hibái: a feltárás  $\text{KNaCO}_3$ -al igen lassú,  $1100^\circ\text{C}$  fölötti hőmérsékletet és több órát igényel. Feltétlenül

helytelen az olvadék oldása utáni szűrés, mert a csapadék a kovászavnak tekintélyes részét tartalmazza (lásd alább). A kovászav kiválasztása a kétszeres lecsapás ellenére sem kvantitatív, a kapott eredmények mindig alacsonyok. Az eljárás gyenge pontja tehát a feltáráson és az előbb említett szűrésen kívül az alkalikus közegből történő  $\text{SiO}_2$  kiválasztás nem kvantitatív jellege. Savanyítani és a kovászavat dehidratizálással oldhatatlanná tenni természetesen a sok  $\text{F}$  miatt nem lehet.

Szovjet kutatók már régen kerestek olyan feltárási módot, mely az  $\text{F}$ -t eltávolítaná anélkül, hogy  $\text{SiO}_2$  veszteségek lépnének fel. Előbb Borkovszkij boraxos,<sup>3</sup> majd Vaszilev és Lepchinszkaja<sup>4</sup> borsavas feltárással kísérleteztek. Így az  $\text{F}$  mint  $\text{BF}_3$  már a feltárásnál eltávozott. 1 g mintát 3 g borsavval lassan megolvasztanak, míg buborékmentesen üvegszerűen átlátszó nem lesz. Kihűlés után 15 ml cc.  $\text{H}_2\text{SO}_4 + 20$  ml  $\text{H}_2\text{O}$ -al bepárolják  $\text{SO}_3$  gőzök felleptéig. Ezután 50 ml vízzel forralva feloldják, a csapadékokat leszűrik. A csapadék azonban az  $\text{SiO}_2$ -nek csak egy része, másik része a szüredékbe megy át. A szüredéket ezért újból be kell párolni  $\text{SO}_3$  gőzök felleptéig, hígítás és oldás után szűrnek. A két csapadékokat egyesítve kiizzítják, és az  $\text{SiO}_2$ -t  $\text{HF}$ -es elfüstöléssel határozzák meg. Az eljárás nem pontos, erre 1945-ben mutatott rá maga Vasziljev.<sup>5</sup> A hibát abban látja, hogy az  $\text{SiO}_2$  mindig visz magával változó mennyiségben borsavat a csapadékba, mely  $\text{HF}$ -el való lefüstöléskor részben szintén eltávozik a kovászavval együtt. Ezen a hibán segít a Schieds-verfahren eljárása,<sup>6</sup> mely a feltárás után a borsavat sósavas metilészterrel tökéletesen eltávolítja. A sósavas metilésztert vízmentes metilalkohol száraz  $\text{HCl}$  gázzal történő telítésével állítja elő. Nagy gondot fordít a borsav előzetes vízmentesítésére, mert ellenkező esetben  $\text{SiO}_2$  veszteség következhet be már a feltárással folyamán. Az eljárás leírása röviden a következő:  $\text{Pt}$  tálban 5 g vízmentes borsavat megolvaszt, és a kihűlő olvadékhoz 1 g kriolitot ad, újból hevíti és jól átolvasztja, amíg már buborékok nincsenek benne. ( $1200^\circ\text{C}$ -on 1 órával olvasztás szükséges.) A folyékony olvadékot óvatos mozgattal egyenletesen osztja el a tál belső felületén, mely lefűléskor attól könnyen elválk. Feleslegben sósavas metilésztert önt rá, vízfürdőre állítva annyiszor párologatja szárazra, ameddig a távozó gőzök már nem égneek zöld lánggal. Ekkor a borsav már teljes egészében elment. Ezután a maradékot még egy óráig  $110^\circ\text{C}$ -on szárítja,  $\text{HCl}$ -vízzel felveszi, dehidratizálja és szűri. A szüredéket az esetleg benne maradt  $\text{SiO}_2$  nyomok dehidratizálása végett még egyszer bepárolja és szűri. A két csapadékokat egyesítve szokásos módon izzítja, elfüstöli, mérik. Az eljárás pontos eredményeket ad, hátránya, hogy igen hosszadalmas, és a sósavas metilésztert a készítés után csak néhány napig lehet használni, később a folyadék színe sötétedik és bepárláskor sok szerves maradékot hagy hátra. Az ilyen maradékot aztán a víz és a sósav nem nedvesíti, csak hosszas  $150^\circ\text{C}$  fölötti történő szárítás után, ami ismét meghosszabbítja és



bizonytalanná teszi az eljárást. Friss metilészterrel és vízmentes bórsavval azonban jó eredményeket szolgáltatt.

A fenti irodalmi összeállításból és azok kritikájából kitűnik, hogy sok F jelenlétében SiO<sub>2</sub> meghatározásra gyors és megbízható üzemi eljárással nem rendelkezünk. Az alább következő elemzési eljárás kidolgozását az tette szükségessé, hogy főleg a magyar műkrólit-gyártás megindulása óta a kriolit SiO<sub>2</sub> tartalmának meghatározása mind a gyártó, mind a felhasználó üzemek részére mindennapos és meglehetősen súlyos problémává vált.

Az eljárás kidolgozásánál két problémát kellett megoldani.

1. A legmegfelelőbb feltérési módszert kellett kidolgozni. A feltérás minden körülmények között alkálikus közegben látszik a legjobbnak. A savas feltérások közül a még egyedül szóbjöhető bórsavas feltérást is el akartam kerülni. Itt ugyan az F elválasztása az SiO<sub>2</sub> mellől már a feltérás folyamán bekövetkezik (BF<sub>3</sub>), azonban a savanyú közeg miatt, különösen ha a bórsav nem abszolút vízmentes, SiF<sub>4</sub> keletkezésére is meg van a lehetőség. Az SiO<sub>2</sub>-el reagáló F mennyisége nem lehet ugyan nagy, de tekintetbe véve, hogy a kriolitban az F nagyságrendekkel több az SiO<sub>2</sub> szennyezésnél, már akkor is jelentős SiO<sub>2</sub> veszteséggel számolhatunk, ha az összes F-nek csak néhány tized %-a lép a feltérás folyamán reakcióba a kovasavval. Az ebből adódó esetleges bizonytalanság alkálikus feltérásnál esik.

2. A lúgosan feltér olvadék oldatát a továbbiakban a benne lévő F miatt nem lehet megsavanyítani, ezért a kovasavat lúgos közegben kell az F-től elválasztani. Második célom tehát lúgos közegből történő, kvantitatív SiO<sub>2</sub> leválasztás kidolgozása volt, mely egyúttal az F-től való elválasztást is lehetővé tegye. Elsősorban a cinkoxidammóniára gondoltam, ez azonban egymás után többször alkalmazva sem adott kielégítő eredményeket. Ezután tértem rá a már Treadwell által is ajánlott frissen lecsapott Cd(OH)<sub>2</sub> kipróbálására. A kezdeti pontatlanságok után alább részletezendő fogás alkalmazásával igen jó eredményeket értem el, ezért ezeket részletesen fogom ismertetni. Kiindulási alapul Merck-féle vízüveg-oldatból, hígítással olyan Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub> oldatot készítettem, melynek 1 ml-e 2,60 mg kovasavat tartalmazott. Az oldat faktorát a szokásos módon határoztam meg: HCl-el háromszor szárazra pároltam, a maradékot forróvízzel kioldva az SiO<sub>2</sub>-t leszűrtem és alapos kimosás után kiizzítottam, majd lemérve HF-el elfüstöltem és újból mértem. A súlykülönbségből számítottam az SiO<sub>2</sub> koncentrációt. Az oldat egy literébe ezután 20.000 g 105°-on szárított pro analisi minőségű NaF-t oldottam fel. A bekövetkező térfogat változás után (+ 23,6 ml) az oldat 1 ml-ében lévő SiO<sub>2</sub> mennyisége: 2,54 mg/ml, F tartalma pedig 9,03 mg/ml. Első kísérletként ebből az oldatból 20 ml-t (= 50,8 mg SiO<sub>2</sub>) 200 ml-re felhígítottam és 1 g száraz Cd(OH)<sub>2</sub>-nek megfelelő mennyiségű frissen lecsapott Cd(OH)<sub>2</sub> pépet hozzátéve 10 percig forraltam. Leszűrtem és kimosás után a Cd(OH)<sub>2</sub> csapadékot 1:1 HCl-ben oldottam, az oldatot Pt csészében cc. HCl-el történő ismételt átmedvesítés után háromszor szárazra pároltam, majd a szilárd maradékot forró vízzel 250 ml-es pohárba

átmosva 5 ml 10%-os HCl-el megsavanyítottam és 2 ml 2%-os zselatinos oldattal erősen összekevertem. Az SiO<sub>2</sub> csapadékot 2 1/2 óráig üleptve szűrtem, mosás után kiizzítottam és a HF-el való lefüstölés után a súlykülönbséget mértem. A bemért 50,8 mg SiO<sub>2</sub> helyett kaptam 39,8 mg-t.

Változtatva a bemért SiO<sub>2</sub> és a hozzáadott Cd(OH)<sub>2</sub> mennyiségeket, valamint a Cd(OH)<sub>2</sub>-al való forralás idejét, a következő eredményeket kaptam:

Bemért SiO <sub>2</sub> mg	Hozzáadott Cd(OH) <sub>2</sub>	Forralási idő	Visszakapott SiO <sub>2</sub> mg
50,8	1,0 g	10 perc	39,8
50,8	1,0 »	20 »	43,2
50,8	1,0 »	30 »	43,0
50,8	2,0 »	20 »	44,1
25,4	2,0 »	20 »	21,0

A fenti táblázatból látható, hogy ezzel a módszerrel a bemért kovasavnak legjobb esetben is csak a 85 %-át kaptam vissza.

Ezután arra gondoltam, hogy ha a kadmium-hidroxid csapadékot magában a kovasav tartalmú oldatban állítom elő, akkor az SiO<sub>2</sub> kiválasztás kvantitatív jellegének sokkal nagyobb a valószínűsége. Ezzel kapcsolatban a legmegfelelőbb leválasztási körülmények kikísérletezésére végzett vizsgálat sorozateredményeit az alábbi táblázatban foglaltam

Leválasztás módja, a Cd(OH) <sub>2</sub> csapadék konzisztenciája	Bemért SiO <sub>2</sub> mg	Talált SiO <sub>2</sub> mg
1. 200 ml-re hígított hideg oldathoz 2,5 ml 10%-os CdCl <sub>2</sub> oldat, majd 1 ml 20%-os NaOH. A Cd(OH) <sub>2</sub> rozsszul szűrhető, fölette az oldat zavaros	50,8	21,2
2. 200 ml-re hígított 60°-os oldathoz 2,5 ml 10%-os CdCl <sub>2</sub> oldat, majd 1 ml 20%-os NaOH. 1 óráig vízfürdőn állni hagyva. A Cd(OH) <sub>2</sub> jó ülepszik, gyorsan szűrhető, fölette az oldat opalizál . . . . .	50,8	28,3
3. 200 ml-re hígított oldatba forralás közben 2,5 ml 10%-os CdCl <sub>2</sub> , majd 1 ml 20%-os NaOH. Csapadék jól ülepszik, gyorsan szűrhető, fölette az oldat opalizál . . . . .	50,8	28,7
4. 200 ml-re hígított oldatba előbb 1 ml 20%-os NaOH, majd forralás közben cseppenként 2,5 ml 10%-os CdCl <sub>2</sub> oldat. Forralás ideje 1 1/2 perc, Cd(OH) <sub>2</sub> jól ülepszik, gyorsan szűrhető, fölette az oldat tiszta . . . . .	50,8	39,5
5. 200 ml-re hígított oldatba 1 ml 20%-os NaOH, majd forralás közben cseppenként 5,0 ml 10%-os CdCl <sub>2</sub> oldat. Forralási ideje 5 perc. A Cd(OH) <sub>2</sub> jól ülepszik, gyorsan szűrhető, fölette az oldat kissé opalizált . . . . .	50,8	38,7
6. 200 ml hígított oldatba 1 ml 20%-os NaOH, majd forralás közben cseppenként 3 ml 10%-os CdCl <sub>2</sub> , majd 5 perc forralás után újabb 2 ml és a forralás abbahagyva. A csapadék igen jól ülepszik, gyorsan szűrhető, az oldat fölette tiszta . . . . .	50,8 50,8	42,4 41,3



Leválasztás módja, a $\text{Cd}(\text{OH})_2$ csapadék konzisztenciája	Bemért $\text{SiO}_2$ mg	Talált $\text{SiO}_2$ mg
7. 200 ml-re hígított oldatba 1 ml 20 %-os $\text{NaOH}$ , majd forralás közben cseppenként előbb 3, majd 5 perc múlva 2, újabb 5 perc múlva 1 ml 10 %-os $\text{CdCl}_2$ oldat, utána rögtön vízzel 400 ml-re hígítva. A csapadék kiválóan ülepszik, tisztán szűrhető, az oldat kristálytisztá . . . . .	50,8 50,8 50,8	49,6 48,2 49,1
8. 150 ml-re hígított oldathoz 1 ml 20 %-os $\text{NaOH}$ , majd forralás közben cseppenként előbb 2 ml, 5 perc múlva újabb 2 ml, ismét 5 perc múlva 1 ml 10 %-os $\text{CaCl}_2$ oldat, néhány percnyi további forralás után 250 ml forrásban lévő vízzel, melybe előzőleg szintén 2 ml 10 %-os $\text{CdCl}_2$ -t tettem, 400 ml-re hígítva. A csapadék azonnal ülepszik, fölötte az oldat kristálytisztá, igen gyorsan szűrhető . . . . .	50,8 50,8 50,8 25,4 25,4	50,4 50,9 51,0 25,6 25,5

össze, melyből a következők láthatók. Eleinte a bemért  $\text{SiO}_2$ -nek a talált  $\text{SiO}_2$  csak 40—50 %-át teszi ki. A leválasztási körülmények pontról-pontrol részletesen leírt változtatásával a talált  $\text{SiO}_2$  egyre jobban megközelíti a bemért  $\text{SiO}_2$  mennyiségét. A 8. pontban leírt módon az egyezés végül is tökéletesnek mondható.

Ezek után grönlandi kriolit kristályokat porítottam és a  $105^\circ$ -on szárított anyagból feltárási próbákat végeztem. Legmegfelelőbbnek 1:1 arányú káliumnátriumkarbonát + borax keverékét találtam, melyet megolvastva előre víztelenítettem. 1 g kriolitot 6 g keverékkel Pt téglében  $800^\circ\text{C}$  körül 5—8 perc alatt tökéletesen fel lehet tární. Az olvadék desztillált vízzel gyorsan kioldható. 1 g így feltárt grönlandi kriolit olvadékának 150 ml-nyi oldatába ezután bemértem 20 ml (= 50,8 mg) kovásv oldatot, a 8. alatti módszerrel a  $\text{Cd}(\text{OH})_2$ -t leválasztva, majd a csapadékot kimosás után a szokásos módon feldolgozva —  $\text{HCl}$ -ben oldás, dehidratizálás, izfítás, elfüstös — 54,8 mg  $\text{SiO}_2$ -t kaptam. 6 g feltárákeverék  $\text{SiO}_2$  tartalma kriolit nélkül meghatározva 3,9 mg, tehát a kapott 54,8 mg a bemért 50,8 + a vakpróbából eredő 3,9 = 54,7 mg számított értékkel tökéletesen egyezik. Hasonlóan egyező értékeket kaptam abban az esetben is, ha a kriolitot a kovásv törzsoldat 20 majd 10 ml-jével beszárítottam és csak ezután tártam fel a  $\text{NaCO}_3$  + borax keverékkel.

Különböző mennyiségű kriolitokhoz változó mennyiségben bemért kovásvval kapott adatok a következők:

Ellenőrzésképpen pontos meghatározásokat végeztem a  $\text{Cd}(\text{OH})_2$  csapadék fluortartalmára vonatkozóan desztillációs módszerrel<sup>7</sup>, melyre a csapadék kimosásának mértékétől függően 2—7 mg között változó értékeket kaptam. A csapadék kimosásával kapcsolatban legcélszerűbbnek találtam pár csepp n/10

Bemért kriolit mennyisége: g.	A hozzáért $\text{SiO}_2$ mg	A feltárá keverék $\text{SiO}_2$ tart.*	Számított össz $\text{SiO}_2$ mg	Talált össz $\text{SiO}_2$ mg
1,000	50,8	3,9	54,7	54,8
1,000	25,4	3,9	29,3	29,2
2,000	50,8	7,8	58,6	58,2
2,000	25,4	7,8	33,2	33,5
2,000	12,7	7,8	20,5	20,9
0,500	50,8	3,9	54,7	55,0

\* Mivel tiszta vegyszerekkel nem rendelkeztem, kénytelen voltam  $\text{SiO}_2$ -vel szennyezett vegyszereket alkalmazni. A feltárá szoda-borax keverékét ezért pontosan lemérve kell a kriolithoz hozzákeverni és külön megelémezett  $\text{SiO}_2$  tartalmából számítandó többletet figyelembe kell venni.

$\text{NaOH}$ -val éppen meglúgosított hideg desztillált víz alkalmazását mosófolyadékként. Neutrális desztillált vízzel sokáig mosva a csapadékot, az eleinte kristálytisztá szűredék a 3—4. mosás után opalizálva, majd zavarosan kezd lecspegni, a visszkapott  $\text{SiO}_2$  mennyisége pedig néhány mg-al alacsonyabb lesz a számítottnál.

Érdekes jelenség következik be nagyobb kovásv-tartalmú műkriolitok elemzése során. Az olvadék kiűgőzésekor kapott oldat ilyenkor erősen csapadékos. A csapadékot pontosan megelemezve az alumíniumhidroszilikát-féleségnek bizonyult, mely természetesen sem az alumíniumra, sem a szilíciumra nézve nem kvantitatív. Az összes kovásvnak 40—85 %-át tartalmazza, mivel azonban F-t egyáltalán nem ragad magával, ezért keletkezése az elemzést nem zavarja. A csapadékos oldathoz minden további nélkül hozzáadjuk előbb a lúgot, majd a kadmiumklorid oldatot és a két csapadékot együtt szűrjük le. Kimosás után  $\text{HCl}$ -ben az együttes csapadék simán feloldódik és ugyanúgy feldolgozható, mint a próbaooldatok  $\text{Cd}(\text{OH})_2$  csapadéka. Nehézséget csak annyiból jelent, hogy az olvadék kioldása a Pt tégléből ilyen esetben hosszabb ideig tart.

Ezek után az elemzés kivitele és pontos leírása a következőképpen alakult ki:

1 g kriolitot (természetes kriolitból 2 g, vagy  $\text{SiO}_2$  tartalmú műkriolitokból 0,5 g) 6 g 1:1 arányú  $\text{KNaCO}_3$ +borax előre víztelenített és porított keverékével feltárunk. A feltárá 800—900 fokon 5—8 perc alatt befejeződik. Az olvadékot tartalmazó téglét és a tégléfedőt ezután egy 500 ml-es főzőpohárba tesszük, melybe előzőleg 200 ml vizet öntöttünk. Forralás és kevergetés közben az olvadék 10—15 perc alatt kioldódik, ezzel egyidejűleg az oldatba 3—4 szemecske szilárd  $\text{KOH}$ -t dobunk. Valamivel lassabban megy a kioldódás és hosszabb forralási időt igényelnek a nagy kovásv szennyezésű műkriolitok. Kioldás után az oldat csapadékos lesz egyrészt a fentebb már említett alumíniumhidroszilikát féleség keletkezése miatt, másrészt kevés  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  is úszkál még benne. A Pt téglét kiemeljük, bemossuk, majd az oldatot felforralva állandó forralás közben cseppenként előbb 2 ml, 5 perc múlva ismét 2 ml, majd további 5 perc múlva 1 ml 10 %-os  $\text{CdCl}_2$  oldatot adunk hozzá. Ezután még 5 percig forraljuk az oldatot és ennek elteltével 200 ml forrásban lévő desztillált vizet öntünk hozzá, melybe előzőleg szintén tettünk 2 ml  $\text{CdCl}_2$  oldatot. Ezután a forralólap-



ról a poharat rögtön levesszük, 5–10 perc ülepités után durva papíron szűrjük és  $n/10$  NaOH-val éppen meglúgosított hideg desztillált vízzel 3–4-szer kimossuk. A tölsér a'á ezután egy Pt tálat téve, a csapadékra 30 ml 1:1 hígítású forró HCl-t csepegtetünk, mely rögtön feloldja. A szűrőt ezután még kevés forró-vízzel átmoszuk, majd a Pt tál tartalmát szárazra pároljuk. Beszáritás után cc.HCl-el átnedvesítjük, majd újból szárazra pároljuk. A beszáritást ezután még egyszer megismételve a száraz maradékot forró desztillált vízzel egy 300 ml-es főzőpohárban átmoszuk, 200 ml-re felhígítjuk (forróvízzel), 10 ml 10%-os HCl-el megsavanyítjuk, majd 2 ml 1%-os zselatinoldatot hozzáadva jól átkeverjük és 2 óráig állni hagyjuk. A leülepedett csapékos oldatot ezután hamumentes szűrőpapíron leszűrjük, a kovasavat forróvízzel 4–5-ször kimossuk, majd Pt tégelyben szűrőpapirostól elhamvasztva és erősen kiizzítva lemérjük. Mérés után pár csepp tömény kén-savval és hidrogénfluoriddal lefüstöljük és újból mérjük. A két mérés különbsége adja a kovasav mennyiségét. Mivel a méréseket igen pontosan kell végezni, a mérések közben történő nedvszívásból adódó hibát úgy küszöböltem ki, hogy egy becsiszolt tetejű mérőedénykébe tettem át az exsikkátorból a kihűtött Pt tégelyt és ebben mértem. A mérőedénykét mérés előtt legalább két órával betettem a mérlegszekrénybe és abban hagytam állni. A két mérésnél mindig ugyanazokkal a súlyokkal mértem. Az elemzés időtartama 5 óra. Mivel a feltárási keverék és a vegyszerek szintén tartalmaznak elég tekintélyes mennyiségű kovasavat, vakpróbát feltétlenül végezni kell, melynek mennyiségét a kapott össz  $\text{SiO}_2$ -ből természetesen le kell vonni.

A  $\text{Cd}(\text{OH})_2$  csapadékot feloldás után kolorimetrikusan is fel lehet dolgozni  $\text{SiO}_2$  vizsgálat céljából. Ennek a módszernek a leírását egy későbbi dolgozatomban fogom ismertetni.

### Összefoglalás

A fluórsók, különösen a kriolit,  $\text{SiO}_2$  szennyezésének vizsgálata az alumíniumkohászat fejlődésével igen fontos elemzési problémává vált. Az irodalomban található elemzési módszerek fontosabb típusainak ismertetése és kritikái után, egy újonnan kidolgozott módszert ismertet. A kriolitot 1:1 arányú  $\text{KNaCO}_3$ –borax előre víztelenített keverékével tárja fel, az oldadékot desztillált vízben kioldja, az oldatot KOH-val meglúgosítja, majd több részletben 10%-os  $\text{CdCl}_2$  oldatot csepegtet bele. Az oldatban keletkező  $\text{Cd}(\text{OH})_2$  magával ragadja a kovasavat. A csapékos leszűrve, az F szűredékbe kerül, kimosás után HCl-ben oldja, bepáro'ja, dehidratizálja, majd az  $\text{SiO}_2$  mennyiségét a szokásos módon HF-el gravimetricusan meghatározza.

### IRODALOM

1. Hoffmann—Lundell: Bur. Standars I. Research. 3,581—95 (1929).
2. Gedeon Tihamér: Minőségi ellenőrzés a bauxit és alumínium iparban.
3. Borkovszkij: Zavodszkaja Lab. 4,1172—4. (1935).
4. Vaszilev—Lepchinszkaja: Zavodszkaja Lab. 8,27—31. (1939).
5. Vaszilev—Sudilovszkaja: Zadoszkaja Lab. 11,802—3. (1945).
6. Analyse der Metalle. I. Schiedsverfahren. Berlin. 21. (1942).
7. Dr. Papp E.—Nagy Pál: Bányászati és Kohászati Lapok. Alumínium. 1950. 9—10. sz. 209., ill. 243. o.

### Fontos felhívás!

Figyelmeztetjük Tagtársainkat, hogy a „Kohászati Lapok”-at csak azok részére tudjuk folyamatosan küldeni, akik havi 5.—Ft összegű tagdíjbefizetésüknek pontosan eleget tesznek.

Már egyhavi tagdíjhátralék esetén is kénytelenek vagyunk a lap további küldését beszüntetni, mert papírtakarékossági szempontból a Kiadó vállalat csak annyi példányban nyomtatja az egyes folyóiratokat, amennyire szóló előfizetés a lap

nyomásának megkezdéséig ténylegesen befolyt. Kérjük Tagtársainkat, hogy esetleges címváltozásukat Egyesületünkkel közölni szíveskedjenek, hogy a lap folyamatos küldésében fennakadás ne álljon be. Befizetés: Nemzeti Bank 61,770 csekk számlára, vagy postautalványon közvetlenül a Bányászati és Kohászati Egyesület címére: Budapest V., Szalay-u. 4., IV. em. 3.

Titkárság.



## A szineszfémek kohászatának salakjai

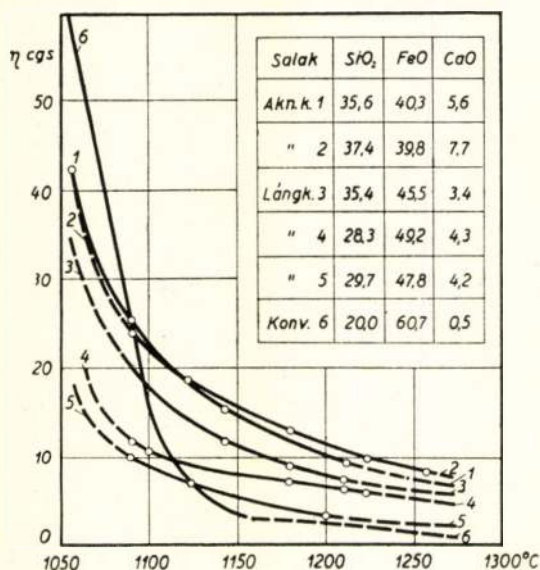
Loskutov—Cejler „Razsesetü po metallurgii tjaszelüh cvelnüh metallo“ című műve „Slaki“ című fejezete

(III. rész.)

Fordította: SZÉKI JÁNOS egyetemi tanár

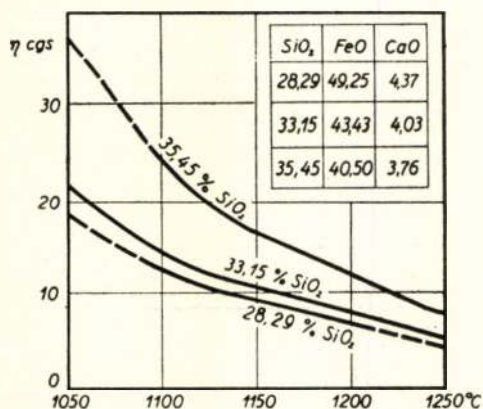
### 2. A rézkohászati salakok viszkozitása.

A rézkohászati salakok kémiai összetételüket tekintve nagyon különbözők. Az urali üzemekben előállított, aránylag alacsony szilikátfokozatú, vasban dúsabb salakok kis viszkozitásúak. A kazahsztáni kohók salakai sok  $\text{SiO}_2$ -t és  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -t tartalmaznak és emiatt nagyon viszkózusak. A továbbiak tájékoztatást nyújtanak a különböző rézércolvasztási salakok viszkozitásáról prof. F. M. Loskutov és munkatársai — már említett — vizsgálatainak megfelelően.

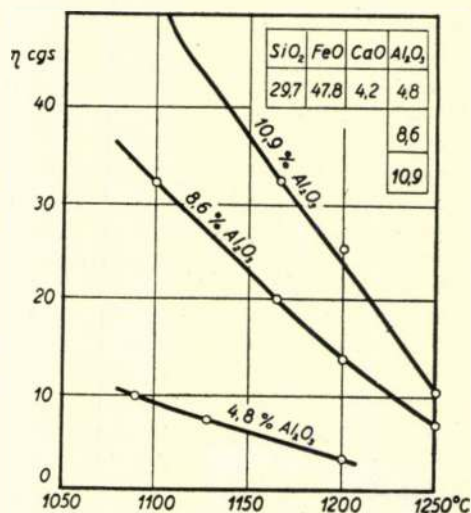


5. ábra.

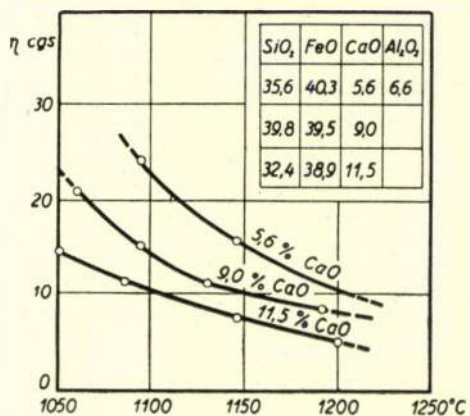
Az 5. ábra az urali rézkohók salakjainak viszkozitásáról tájékoztat, a 6., 7. és 8. ábra pedig a salak különböző komponenseinek a viszkozításra gyakorolt hatását szemlélteti.



6. ábra.



7. ábra.



8. ábra.

A „G“-rézkohó salakjainak összetételét mutatja be a 2. táblázat, s közülük néhányának a viszkozitását a 9. ábra szemlélteti.

Ezeknek a kutatási eredményeknek alapján a megvizsgált salakok viszkozítására nézve az alábbi következtetéseket lehet levonni:

1. Az urali rézkohók salakjainak viszkozitása 1200°-on 1,5 és 11,7 poise között van.

2. A „G“-rézkohó salakjainak viszkozitása 1250°-on a 150 és 1500 poise között ingadozik. A salakoknak ez a nagy viszkozitása magas kovásv- és alumíniumoxid-tartalmukkal (összesen 60—70%) függ össze.

3. Minél több bázikus oxidot tartalmaz a salak és minél több vas van benne, annál kisebb a viszkozitása.

4. A salak viszkozitása a  $\text{SiO}_2$ -tartalom növekedésével rohamosan nő.



2. táblázat. „G” rézkobó salakjainak százalékos összetétele.

A salak száma	SiO <sub>2</sub>	FeO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	Cu	Összesen
1	51,90	16,72	12,64	17,04	0,30	98,60
2	51,89	13,50	18,50	13,01	0,40	97,30
3	50,69	18,52	8,09	16,32	0,53	94,15
4	49,52	17,60	14,88	15,34	0,42	97,76
5	51,18	14,38	17,58	14,82	0,43	98,39
6	56,08	11,65	17,41	13,64	0,49	99,27
7	54,20	15,84	13,83	13,86	0,44	98,17
8	54,20	9,88	16,30	15,25	0,60	96,23
9	50,86	17,31	15,54	13,86	0,38	97,90
10	49,83	16,88	13,98	17,64	0,37	98,70

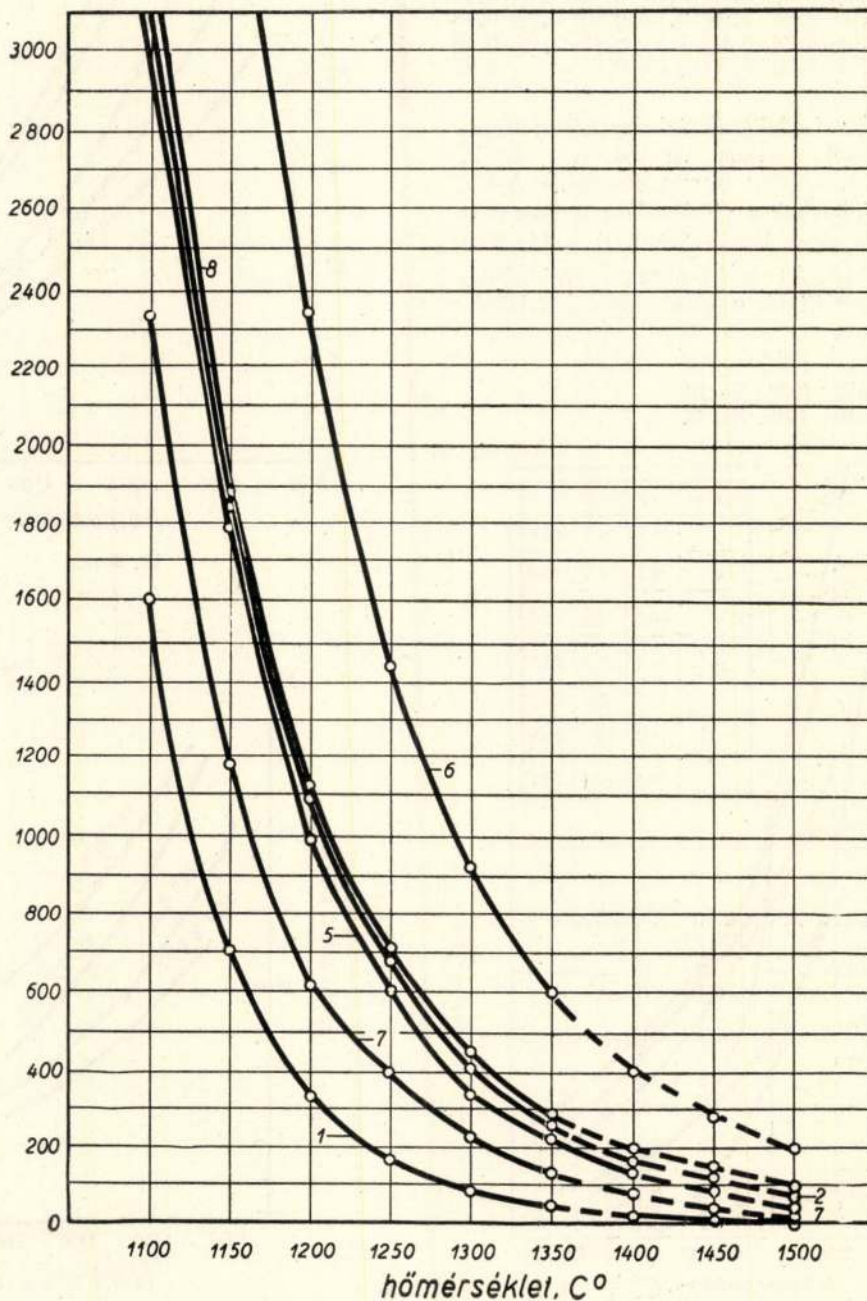
5. A salak Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-tartalmának növekedése a viszkozitást még nagyobb mértékben fokozza, mint a SiO<sub>2</sub> növekedése.

6. A salak CaO-tartalmának bizonyos határig való emelkedése révén a salak viszkozitása csökken. Pl. a karabasi kohó aknaskemencében előállított salakjának a viszkozitása a CaO-tartalomnak 5,67%-ról 11,5%-ra történt emelése által 11-ről 5,1 poise-ra, vagyis kereken véve a felére csökkent. Miután pedig a salak CaO-tartalmának emelkedésével a salak fajsúlya csökken, nagyon is kíváncsú a lángkemencében való olvasztásra szánt elegybe meszet adni.

7. A nátriumoxid (Na<sub>2</sub>O) rendkívüli mértékben csökkenti a salakok viszkozitását. A salakba jutott Na<sub>2</sub>O optimális mennyisége (kb. 2%) folytán a salakviszkozitás 1/5—1/10-re csökken. További Na<sub>2</sub>O-adagolásnak már jelentéktelen hatása van.

8. A manganooxid (MnO) még a ferrooxidnál (FeO) is erősebb hígulást okoz a salakokban.

9. A fluorit (CaF<sub>2</sub>) szintén erősen csökkenti a



9. ábra.



salak viszkozitását, azonban ez a hatása kisebb a  $\text{Na}_2\text{O}$ -énál. A fluoridot 3%-on felüli mennyiségben adagolva, a salak viszkozitása növekedik.

### 3. A nikkelkohászati salakok viszkozitása.

Aknáskemencében előállított nikkelkohászati salakok viszkozitását F. M. Loskutov és G. J. Damszkaja tanulmányozták.<sup>5</sup> Ezeknek a salakoknak a hőmérséklettől függő viszkozitását a 10. ábra szemlélteti.

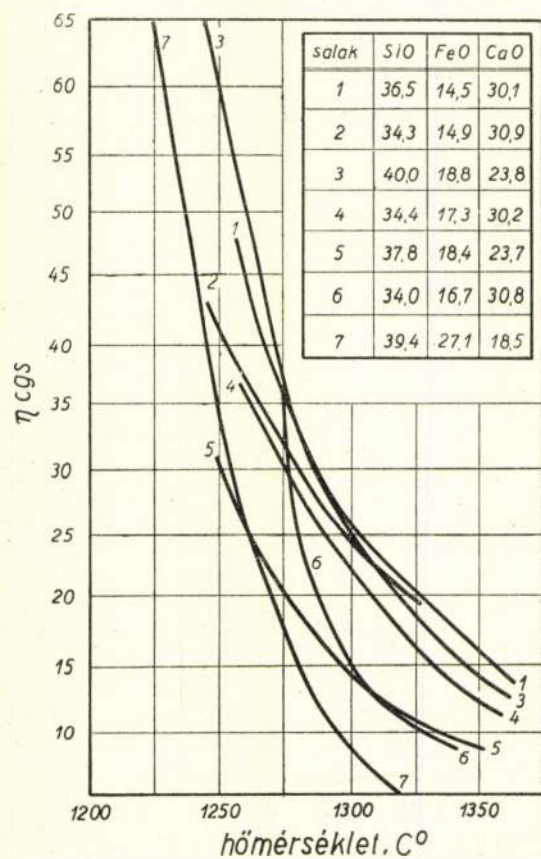
3. táblázat. A „D”-nikkelkohó salakjainak százalékos összetétele.

A salakok száma	$\text{SiO}_2$	$\text{CaO}$	$\text{MgO}$	$\text{Al}_2\text{O}_3$	$\text{FeO}$	S	$\text{MnO}$	Ni
1	44,40	22,72	7,74	5,65	15,37	0,53	—	0,16
2	38,14	22,35	8,36	7,30	19,20	0,27	—	0,40
3	40,97	24,45	6,52	6,60	16,95	0,44	—	0,21
4	42,97	20,90	6,84	7,98	16,12	0,55	3,27	0,18
5	42,33	20,68	6,08	6,44	17,53	0,46	2,04	0,18
6	45,05	20,95	7,00	7,30	16,40	0,35	—	0,27

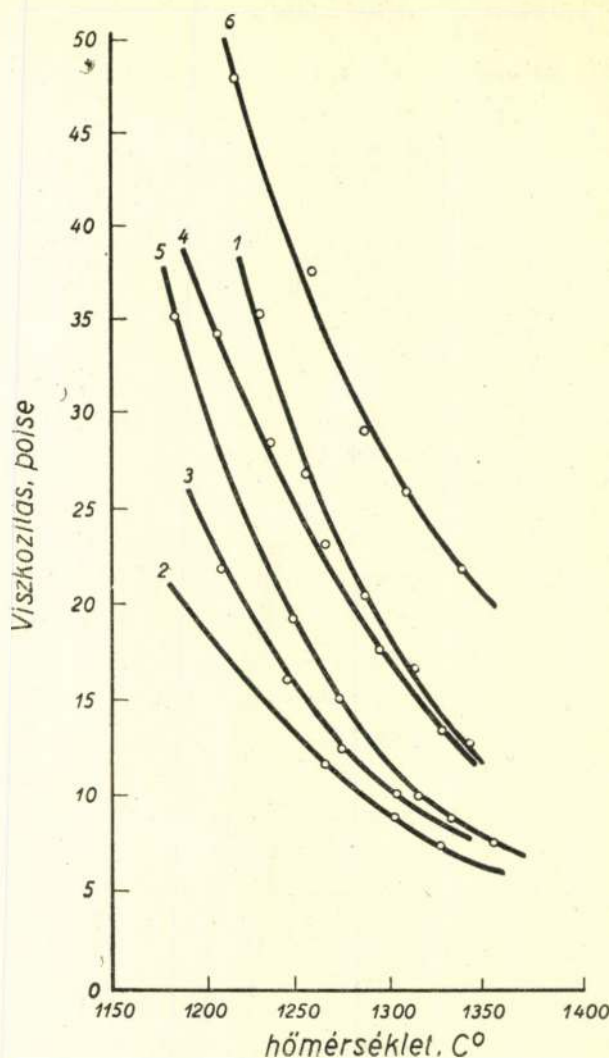
A 3. táblázatban foglalt, aknáskemencében előállított nikkelkohászati salakok viszkozitását G. J. Damszkaja és A. A. Cejdl'er tanulmányozták.<sup>6</sup> Arról, hogy ezeknek a salakoknak a viszkozitása milyen összefüggésben van a salak hőmérsékletével, a 11. ábra ad tájékoztatást; a 12., 13. és 14. ábrák a  $\text{MgO}$ ,  $\text{SiO}_2$  és  $\text{FeO}$  hatását szemléltetik ugyanezeknek a salakoknak a viszkozitására.

<sup>5</sup> Cvetnue Metallü, 1938. No. 10.

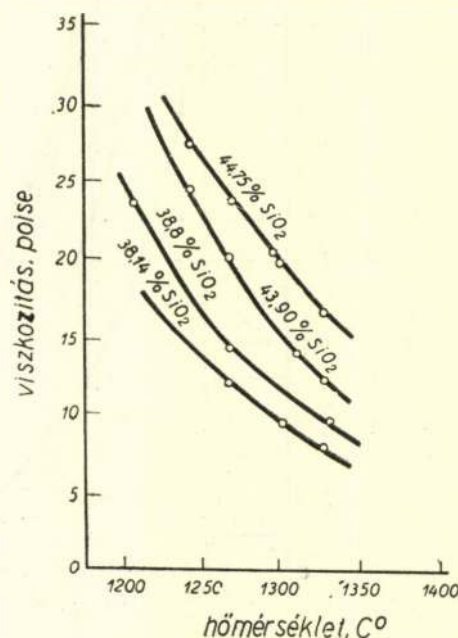
<sup>6</sup> Cvetnue Metallü, 1946. No. 3.



10. ábra.

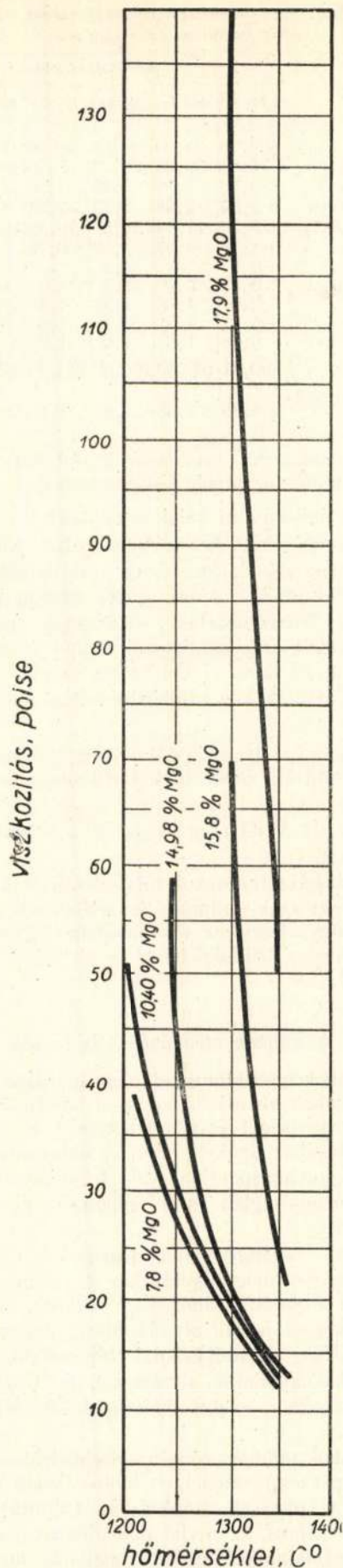


11. ábra.

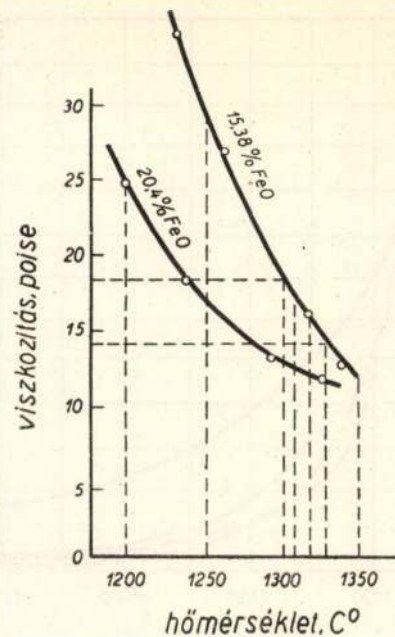


13. ábra.





12. ábra.



14. ábra.

A lefolytatott vizsgálatokból a nikkelkohászati salakok viszkózítására nézve az alábbi következtetéseket lehet levonni:

1. A nikkelkohászati salakok nagyon viszkózusak; a viszkózítás az 1250°-os hőmérsékleten 30—60 poise között mozog.

2. A magnéziumoxid (MgO) a nikkelkohászati salakok viszkózítását hirtelenül felemeli, ami 15% MgO-tartalom felül jelentkezik feltűnően.

3. Ahhoz, hogy a MgO-ban dús, hányókra kerülő salak kellő folyékonysággal jusson ki az olvasztóból, 1350° fölé kell hevíteni.

4. A kovássav ( $\text{SiO}_2$ ) — főleg 44%-on felüli mennyiségben — növeli a salakok viszkózítását.

5. A vasoxidul ( $\text{FeO}$ ) csökkenti a salakok viszkózítását.

#### 4. Az ónkohászati salakok viszkózítása.

Az ónkohászati, különböző salakok viszkózítását F. M. Loskutov és L. S. Povedszkaja<sup>7</sup> tanulmányozták.

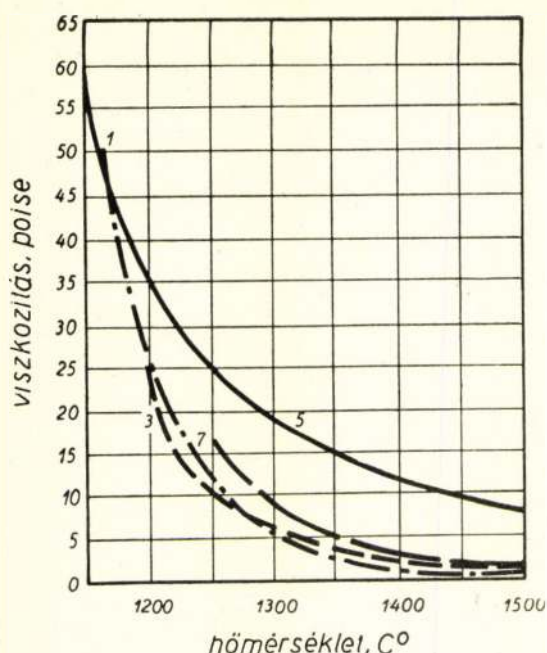
A 4. táblázat az „E”-ónkohó salakjainak összetételét mutatja be, a 15. ábra pedig ezek viszkózításának a hőmérséklettől való függését szemlélteti.

4. táblázat. „E” ónkohó salakjainak százalékos összetétele a viszkózítás meghatározása után

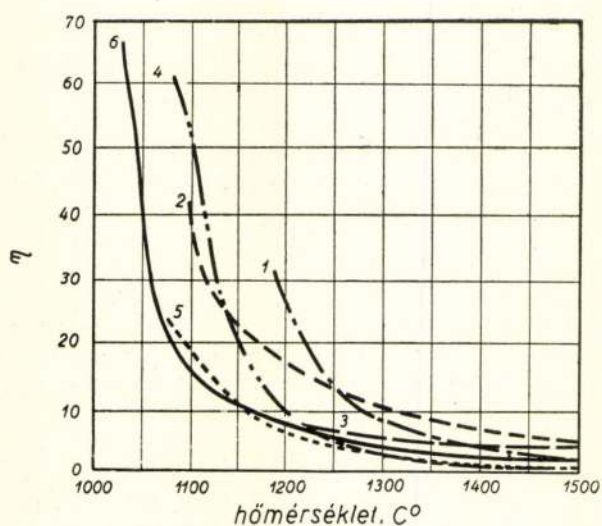
Komponensak	ónércolvasztási salakok			
	No 1.	No 2.	No 5.	No 7.
$\text{SiO}_2$	25,38	24,25	35,95	33,00
$\text{FeO}$	26,98	31,80	31,78	34,62
$\text{Al}_2\text{O}_3$	14,89	14,33	9,82	10,18
$\text{CaO}$	15,20	13,41	7,40	11,79
$\text{MgO}$	4,36	4,45	3,43	2,22
$\text{Sn}$	2,21	6,60	0,25	0,41
$\text{Zn}$	5,64	3,24	5,79	2,27
$\text{Pb}$	1,02	1,20	1,37	2,23
$\text{Cu}$	0,49	0,24	0,58	0,48
$\text{S}$	0,25	0,46	1,27	1,68

<sup>7</sup> Cvetnue Metallu, 1946. No 5





15. ábra.



16. ábra.

Az 5. táblázat a „Zs” ónkohó salakjainak összetételét foglalja magában, a 16. ábra pedig ezek viszkozitásának a hőmérséklettől való függését szemlélteti. olvasztási salaktípus megválasztásánál, mint igen fontos tulajdonságot, a salak viszkozitását is számításba kell venni.

2. Az ónkohászati salakok viszkozitása a salak szilikátfokozatának 1,5 fölé emelkedésével rohamosan növekszik. Túlságosan viszkózus salakok előállításának elkerülése végett az olvasztásnál 1,5-nél nem nagyobb szilikátfokozatú salakkal kell dolgozni.

3. A salak FeO-tartalmának emelkedésével annak viszkozitása rohamosan csökken. A 33–40% FeO-t tartalmazó salakok 1200–1250°-os hőmérsékleten nagyon hígban folynak.

4. A salak  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -tartalmának emelkedésével annak viszkozitása növekszik. A salak  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -tartalma ne legyen több 10–13%-nál.

5. táblázat. „Zs”-ónkohó salakjainak százalékos összetétele a viszkozitás meghatározása után.

Komponensek	ónércolvasztási salakok					
	No 1.	No 2.	No 3.	No 4.	No 5.	No 6.
$\text{SiO}_2$	33,73	35,20	34,09	29,96	33,50	34,90
$\text{FeO}$	38,01	39,28	39,15	35,70	39,67	37,90
$\text{CaO}$	3,30	5,10	3,40	7,96	7,14	7,32
$\text{MgO}$	2,32	2,98	2,72	2,21	3,48	2,97
$\text{Al}_2\text{O}_3$	10,33	11,54	15,50	19,12	10,06	13,49
$\text{Zn}$	1,35	0,97	1,53	0,78	0,57	0,51
$\text{Cu}$	0,2	—	0,2	—	0,25	0,19
$\text{Pb}$	0,4	0,9	1,2	1,0	1,5	1,0
$\text{S}$	2,0	1,8	1,32	1,8	1,7	1,1
$\text{Sn}$	6,87	1,5	0,79	1,8	0,8	0,8
$\text{Na}_2\text{O}$	0,80	1,6	1,0	1,0	0,64	0,8

$$K = \frac{\text{O}_2(\text{SiO}_2)}{\text{O}_2(\text{FeO} + \text{CaO} + \text{MgO})} \begin{array}{cccccc} 99,31 & 100,33 & 100,90 & 100,33 & 99,31 & 100,30 \\ 1,73 & 1,63 & 1,67 & 1,13 & 1,44 & 1,57 \end{array}$$

Az ónkohászati salakokon lefolytatott vizsgálatokból a kutatók az alábbi következtetéseket vonták le:

1. Az ónkohászati salakok viszkozitása a réz- és ólomkohászati salakokéhoz viszonyítva jelentékeny; a kemencéből való kilépésnél ez a viszkozitás 15–45 poise között szokott lenni. Ezért azután az ónérc-

5. Az ónércolvasztási salakoknak rendszerint 9–10%  $\text{CaO}$ -t kell tartalmazni. Ennél kevesebb meszet tartalmazó salak viszkózusabb, azonban 10%-nál nagyobb  $\text{CaO}$ -tartalom szintén növeli a salak viszkozitását.

6. 3%-nyi  $\text{CaF}_2$ -adagolás erősen csökkenti a salak viszkozitását; ennél több  $\text{CaF}_2$ -adagolásnak nincsen célja.

7. 1%-nyi  $\text{MnO}$ -adagolás felére csökkenti a salak viszkozitását.

Az ónkohászati salakok tulajdonságainak ismerete lehetővé teszi azok optimális összetételének a megválasztását úgy, hogy ez összhangban legyen a művelet különleges szükségleteivel és az összes helyi viszonyokkal.

#### b) A salakok olvadáshője és fajhője.

A salakok igen fontos tulajdonsága azok olvadáshője. A salakok olvadáshőjét az a kalóriákban megadott hőmennyiséget értjük, amelyre 1 kg-nyi salak megolvadásához szükség van. A salak olvadáshője a salaknak olvadáspontjáiig való felhevítéséhez szükséges hőmennyiségből és a lappangó olvadáshőből adódik össze.

A salak olvadáshőjének ismertetése a tüzelőanyagszükséglet megállapításához és a művelet hőmérlegének összeállításához van szükség. Sajnos, a színesfémek salakjainak olvadáshője gyengén van kitanulmányozva. Számításoknál tájékoztató, átlagos számadatokat ajánlatos alkalmazni, de nagyon fontos számításokhoz ezeket kalórimetrálás útján állapítani meg.

A salakok fajhőjét szintén kalórimetrálással határozzák meg, ezek szintén igen fontos fizikai állandók, amelyeket a kohászati folyamatok számításánál ismerni kell. Sajnos, az irodalomból hiányoznak a színesfémek salakjainak fajhőre vonatkozó megbízható adatok.



6. táblázat. A salakalkotók fajhője.

Salakalkotó	Temperatúra határköz C°	Valódi fajhő (C), kal/kg
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0—500	0,18735 + 0,02854 (0,01·t) — 0,00213 (0,01·t) <sup>2</sup>
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	500—1000	0,2303 + 0,0093 (0,01·t)
CaO	0,80	0,1787 + 0,01802 (0,01·t) — 0,0011 (0,01·t) <sup>2</sup>
FeO	0,96	0,1643
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0—700	0,14688 + 0,02547 (0,01·t) — 0,001731 (0,01·t) <sup>2</sup>
MnO	0—30	0,1409 + 0,000155 t
MgO	0—100	0,2166 + 0,000355 t
MgO	100—1200	0,244 + 0,0000816 t
SiO <sub>2</sub>	0—572	9,1653 + 0,0455 (0,01·t) + 0,0051249 (0,01·t) <sup>2</sup>
SiO <sub>2</sub>	572	(kvarckristály átalakulása) 2,997 kal/kg
SiO <sub>2</sub>	572—1710	0,28 (csak 1500°-ig megbízható)
SiO <sub>2</sub>	1710	a krisztobalit olvadáshője 30,5 kal/kg
ZnO	0—1300	0,96 + 2,98·10 <sup>-3</sup> ·T — 3,87·10 <sup>-7</sup> ·T <sup>2</sup>
CaO·SiO <sub>2</sub>	0—900	0,170514 + 0,022722 (0,01·t) — 0,001455 (0,01·t) <sup>2</sup>
2FeO·SiO <sub>2</sub>	0—700	0,139 + 0,02898 (0,01·t) + 0,0021 (0,01·t) <sup>2</sup>

7. táblázat. A salakalkotók hőtartalma

Salakalkotó	Temperatúra határköz C°	Hőtartalom (J <sub>o</sub> <sup>5</sup> )
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0—500	0,18735 t + 1,427 (0,01t) <sup>2</sup> — 0,071 (0,01 t) <sup>3</sup>
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	500—1000	1,7 + 0,2303 t + 0,465 (0,01 t) <sup>2</sup>
CaO	0—800	0,17874 t + 0,931 (0,01 t) <sup>2</sup> — 0,0366 (0,01 t) <sup>3</sup>
FeO	0—96	0,1643 t
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0—700	0,14688 t — 1,2735 (0,01 t) <sup>2</sup> — 0,577 (0,01 t) <sup>3</sup>
MnO	0—30	0,1409 t + 0,775 (0,01 t) <sup>2</sup>
MgO	0—100	0,2166 t + 1,775 (0,01 t) <sup>2</sup>
MgO	100—1200	1,373 + 0,244 t + 0,408 (0,01 t) <sup>2</sup>
SiO <sub>2</sub>	0—572	0,1653 t + 2,225 (0,01 t) <sup>2</sup> — 0,17083 (0,01 t) <sup>3</sup>
SiO <sub>2</sub>	572—1710	21,784 + 0,28 t
CaO·SiO <sub>2</sub>	0—900	0,170514 t + 1,136 (0,01 t) <sup>2</sup> — 0,0485 (0,01 t) <sup>3</sup>
2FeO·SiO <sub>2</sub>	0—700	0,139 t + 1,449 (0,01 t) <sup>2</sup> — 0,07 (0,01 t) <sup>3</sup>

A 6. táblázat a fajhőre vonatkozó legújabb adatokat hozza, a Svarc<sup>8</sup> által összeállított 7. táblázat pedig a fontosabb salakalkotó oxidoknak és néhány szilikátnak a hőtartalmáról tájékoztat.

#### D) Az ólomkohászati salakok összetétele.

A különböző üzemekben termelt ólommalakok összetétele igen tág határok között változik. Most már felmerül az a kérdés, hogy az elegyszámítás alapjául milyen salakot kell választani és a megválasztásnál milyen elveket kell szem előtt tartani?

Ha a kohósításhoz kerülő ólomérc vagy ólom-színporok kevés olyan szennyezést tartalmaznak, mint amilyen a cink, az Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> és a barit, az érc összetétele pedig lehetővé teszi olyan eléggé tiszta salakok előállítását, amelyekben a SiO<sub>2</sub>+FeO+CaO összege 90 %-ra rúg, a legjobb salakösszetétel megválasztása nem ütközik nehézségbe. Az ólomkohászati gyakorlatban az ilyen esetek számára úgynevezett típusalakokat állítottak össze, amelyekben a bázikus salakképző komponensek megfelelő arányban vesznek részt (8. táblázat).

Ebből a táblázatból azt a salaktípust választják ki, amelyhez a legkevesebb folyósítóra van szükség. Pl. vasban igen dús ércet olvasztásánál a J avagy az X típusú salakot kell előnyben részesíteni, — a kvarc-

8. táblázat. Ólomkohászati típusalakok.

Típus	A salak elnevezése a CaO-nak az FeO-hoz való aránya alapján	SiO <sub>2</sub> %	Fe/Mn/O %	Ca/Ba/Mg/O %
J	egyegyedres	28	50	12
E	feles	30	40	20
S	háromnegyedres	33	33	24
R	négyegyedres	35	27	28
X	kvarcos egyegyedres	32	47	11
P	kvarcos feles	35	38	17
L	feles	31	38	21
K	kvarcos feles	34	37	19
M	háromnegyedres	36	31	23

ban igen dús ércet esetében az M típusú salakot, vagyis a salaktípus megválasztásánál annak a komponensnek kell előtérbe kerülni, amelyik a feldolgozandó ércben főlegesen van jelen.

Az ólommalakok elég gyakran sok cinket tartalmaznak. Az olvasztó potékokkal is járhat az olvasztás alatt álló elegybe nemritkán sok alumíniumoxid, báriumoxid és hasonló. Eppen ezért a mai ólomkohók ritkán használják a 8. táblázatot, amely nincs tekintettel a káros szennyezéseknek a salakösszetételre gyakorolt hatására.

Cinkes salakok esetében a bázikus salakképző komponensek közötti viszonyt — Wetherill szerint — úgy lehet jellemezni, hogy a cink a salakban a ferro-oxiddal vegyülve cinkát (FeO·ZnO) alakjában, a salak szilikátos tömegében feloldva van jelen. Eszerint a

\* Szovjetszkaja metallurgija, 1934. No 3.



cinkben igen dús salakok számításánál a következő módszert célszerű alkalmazni.

Az oldó salak összetétele a következő legyen: 38%  $\text{SiO}_2$ , 42%  $\text{FeO}$  és 20%  $\text{CaO}$ . Tegyük fel, hogy 20%  $\text{ZnO}$ -t tartalmazó salakot kell előállítanunk. A további számításban a  $\text{SiO}_2 + \text{FeO} + \text{CaO} + \text{ZnO} = 90\%$ -kal szerepel, 10%-ot a salakban levő szennyezősekre számítunk. A cinkát mennyisége a következő arányból számítható ki:

$$81,4 \text{ sr ZnO-ból keletkezik } 153,2 \text{ sr ZnO.FeO} \\ 20, - \text{ „ „ „ „ „ X „ „ „}$$

$$X = \frac{153,2 \cdot 20}{81,4} = 37,66 \%$$

A cinkátot oldó salak mennyisége	90—37,66 = 52,34 %
FeO mennyisége az oldó salakban	52,34 · 0,42 = 21,98 %
FeO „ a cinkátban	37,66—20 = 17,66 %
$\text{SiO}_2$ „ az oldó salakban	52,34 · 0,38 = 19,89 %
CaO „ „ „	52,34 · 0,20 = 10,47 %
ZnO „ a cinkátban	20, — %
Összesen:	90,00 %

Az előbbi számítási módszert a különböző mennyiségű  $\text{ZnO}$ -t tartalmazó salakokra alkalmazva készült a 9. táblázat, amely különböző cinktartalmakra kiszámítva adja meg a salakok összetételét.

9. táblázat.

Ólomércolvasztási salakoknak a bennük foglalt cinkoxidtartalomtól függő összetétele.

ZnO	$\text{SiO}_2$	FeO	CaO	ZnO	$\text{SiO}_2$	FeO	CaO
0	34,20	37,80	18,00	25	16,31	40,10	8,59
5	30,62	38,26	16,12	30	12,73	40,57	6,70
10	27,05	38,72	14,23	35	9,16	41,02	4,82
15	23,47	39,18	12,35	40	5,58	41,48	2,94
20	19,89	39,64	10,47				

A táblázatban foglalt salakösszetételeket a különböző ólomkohókban előállított salakokkal összehasonlítva kiderül, hogy az összetétel egészen 25%  $\text{ZnO}$ -tartalomig elég jól egyezik. Ennélfogva ezt a táblázatot a salaktípus megválasztásánál tájékoztató gyanánt lehet használni.

Abban az esetben, ha nemcsak  $\text{ZnO}$ -ban, hanem  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -ban is dús salak előállításáról van szó, azt is figyelembe kell venni, hogy a  $\text{ZnO}$  és az  $\text{Al}_2\text{O}_3$  közötti arálynak nincs jelentősége, mert pl. a salaknak 10%  $\text{ZnO}$  és 7%  $\text{Al}_2\text{O}_3$  mellett ugyanazokat a fontos salakalkotókat kell tartalmaznia, mint 5%  $\text{ZnO}$  és 12%  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -tartalom esetében.  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -ban dús salak alkalmazása esetében tehát úgy lehet eljárni, hogy az  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -ot hozzáadjuk a  $\text{ZnO}$ -hoz és a salak összetételét a nyert összegnek megfelelően választjuk meg.

Más kutatók, a nagy cinktartalmú elegyeknek a kénkemencében való olvasztását tanulmányozva, a következő megállapításhoz jutottak: A salakok mindaddig jók maradnak, amíg bennük a  $\text{ZnO} + \text{SiO}_2$  összege 40%-kal egyenlő, vagy ehhez közel áll és a  $\text{ZnO} + \text{CaO}$  összege 28—29%-ra rúg, avagy ezt az összeget megközelíti.

Ha a salak  $\text{ZnO}$ -tartalma emelkedik, akkor — hogy elsalakulása számára kedvező feltételeket biztosítsunk — a  $\text{CaO}$ - és a  $\text{SiO}_2$ -tartalmat arányosan

csökkenteni, az  $\text{FeO}$ -ét pedig növelni kell. Csak az  $\text{FeO}$ -ban dús salakok képesek nagyobb mennyiségű  $\text{ZnO}$ -t és  $\text{ZnS}$ -t oldani.

A cinkes salakok összetételét a 10. táblázat mutatja be. Ezek az összetételek elég jól egyeznek a 9. táblázat salakjainak összetételével.

10. táblázat. Cinktartalmú salakok százalékos összetétele.

Az elegy Zn-tartalma	A salak összetétele				
	$\text{SiO}_2$	$\text{FeO} + \text{MnO}$	$\text{CaO} + \text{MgO}$	ZnO	Összesen
0	41,0	25,5	28,5	0	95,0
2	38,4	28,0	26,1	2,5	95,0
4	35,5	30,5	23,7	5,0	95,0
5	34,5	31,75	22,5	6,25	95,0
6	33,2	33,0	21,3	7,5	95,0
7	31,9	34,25	20,1	8,75	95,0
8	30,6	35,5	18,9	10,0	95,0
9	29,8	36,75	17,7	11,25	95,0
10	28,0	38,0	16,5	12,5	95,0
11	26,7	39,25	15,3	13,75	95,0
12	25,4	40,5	14,1	15,0	95,0

Kohászati számításainkhoz olyan salaktípust kell kiválasztani, amelyik az előzőekben közölt tanácsoknak megfelel. Azonban még az így kiszámított salak is vizsgálatra és némi javításra szorul, ami persze csak a különböző salakokkal folytatott hosszas gyakorlat és a salakok mindegyikének teljes megelemzése révén érhető el. Az optimális salakösszetétel megválasztásával járó munkát könnyíti meg a 11. táblázat, amely 30 ólomkohó hányóra került salakjának eléggé teljes elemzését tartalmazza.

#### E) Rezes salakok összetétele.

A rézércolvasztási salakok összetételét a kiinduló érc minősége és az alkalmazott kohósító eljárás szerint választják meg. Az ércben — akár kisebb mennyiségben — előforduló egyes szennyezők lényegesen megváltoztathatják a salaknak előre elképzelt összetételét. Ezért sokkal helyesebb lenne a salakok összetételének megválasztását a laboratóriumban olyan módon lefolytatott kísérleti olvasztások alapján végezni, hogy néhány különböző elegyet készítsünk, ezeket megolvastjuk és a kapott salakok mindegyikét az olvadákonyság, a viszkozitás és egyéb tulajdonságok tekintetében megvizsgáljuk. Ezek után a kísérletek után minden elegyváltozatra nézve részletes számításokat kell végezni ahhoz, hogy a gazdasági szempontból legelőnyösebb salakösszetételt megválasztassuk. A végleges salakösszetétel megválasztása végett a különböző salakváltozatokon üzemi méretű kísérleteket folytatunk le. A gyakorlatban minden üzem kidolgozza a maga salakösszetételét, amelyet az üzem kohászai a kohósítás viszonyai között a legelőnyösebbnek minősítenek. Eppen ezért nagyon fontos az üzemből levő kohókban folytatott gyakorlatnak a tanulmányozása.

Az alábbiakban megtárgyaljuk a különböző olvasztási módoknál előállított salakokat és a 12. táblázatban a gyakorlatban található salakok összetételét mutatjuk be. Minden kohásznak, aki számításokkal foglalkozik, kötelessége a táblázat adatait bejegyzés útján kiegészíteni és felújítani.



11. TÁBLÁZAT.

Aknáskemencében előállított ólomkohászati salakok százalékos összetétele.

Az üzem neve	ZnO	SiO <sub>2</sub>	FeO	MnO	CaO	MgO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	BaO	S	Cu	Pb	Ag g/t
San Gavino, Olaszország . . .	0,5	27,5	38,5	—	14,5	—	6,5	—	—	—	0,6—0,9	—
Csimkentszk, Szovjetunió . . .	3,0	29,9	37,1	—	18,5	—	9,7	—	0,47	0,1	1,5	—
Selby, San Francisco mellett . .	4,0	30,0	37,0	—	18,0	—	6,8	—	—	—	1,2	27
Malaga, Spanyolország . . .	5,6	33,0	29,0	—	19,0	—	6	—	—	—	0,6—0,9	—
Tooele, Utah (USA) . . .	6,0	35,0	34,3	—	18,5	—	3,6	—	1,5	—	0,86	—
Mapimi, Mexico . . .	7,0	27,0	35,0	3,0	19,0	1,0	4,8	—	—	—	1,3	8—10
Murray, Utah (USA) . . .	9,0	26,0	—	—	—	—	—	—	—	—	1,0	—
Torrone, Mexico . . .	10,2	26,8	24,5	—	—	1,21	4,3	—	1,3	—	1,38	—
Midvale, Utah (USA) . . .	10,93	25,51	37,70	—	17,43	1,37	3,73	0,13	1,68	0,16	0,95	2
Leninogorszk, Szovjetunió . . .	12,0	25,0	37,0	—	15,0	—	8,0	—	—	0,9	1,6	—
Herculancum, USA . . .	12,5	26,8	36,8	—	8,1	4,9	5,7	—	3,0	0,31	1,6	—
El Paso, Texas . . .	13,1	27,6	34,8	—	14,3	—	4,4	—	—	—	1,1	—
Galena, Kanada . . .	12,5— —15,0	25,0	41,7	—	15,0	—	—	—	—	—	0,5—1,5	—
Broken Hill, Ausztrália . . .	15,9	24,8	28,7	4,4	14,1	—	3,0	—	—	—	3,1	5,15
Bunker Hill, USA . . .	16,5	22,0	36,4	1,6	15,2	1,63	3,8	—	1,9	0,12	1,2	—
Hans Heinrich-Kohó . . .	16,5	15,86	43,06	—	3,57	—	8,1	7,88	7,07	0,9	0,91	—
East Helena, Montana (USA) . .	17,5	22,0	38,0	—	14,0	—	3,5	—	3,0	—	0,9	7,5
Elektrocink, Szovjetunió . . .	18,0	24,8	39,3	—	9,7	—	6,9	—	3,5	1,3	2,3	—
Freiberg, Németország . . .	18,5	28,45	41,98	—	3,0	0,84	1,31	1,8	1,7	0,5	2,3	—
Abalos, Mexico . . .	18,7	24,0	29,1	—	20,0	—	—	—	—	—	—	—
Trail, Kanada . . .	21,5	19,0	39,2	1,8	7,5	1,5	5,0	—	2,0	—	3,5	3,43
Mount Isa, Ausztrália . . .	21,0	20,7	34,8	0,7	11,9	1,2	5,3	—	1,9	—	1,8	12,5
Port Pirie, Ausztrália . . .	21,0	21,0	27,8	5,4	13,5	—	5,8	—	1,3	—	2,0	7,75
Namtu, Burma (India) . . .	27,1	23,2	30,2	—	5,0	—	4,4	—	—	—	4,2	—
Alsó Harz, Németország . . .	28,1	8,7	23,2	—	3,9	0,7	2,0	30,1	12,9	0,9	0,8	—
Herzog Julius-Kohó, Németo. . .	29,1	10,7	16,8	—	4,0	—	3,0	27,9	11,0	0,85	0,92	20
Amerikai Kohó No 2. . .	31,8	18,5	20,3	4,9	9,0	—	5,6	—	2,3	—	1—2	—
Amerikai Kohó No 3. . .	33,3	18,4	20,3	5,1	8,9	—	—	—	—	—	—	—
Amerikai Kohó No 4. . .	36,5	16,5	44,0	—	5,2	—	—	—	—	—	3,0	—
Amerikai Kohó No 5. . .	38,5	13,5	41,0	—	4,7	—	—	—	—	—	3,0	—

*A piritolvasztás és norvégolvasztás salakjai.*

Amint a rézkohászattanból ismeretes, piritolvasztásnak olyan érceket vetnek alá, amelyek nagy mennyiségű piritet tartalmaznak (rendszerint 75%-on felül).

A norvégolvasztás a piritolvasztásnak javított változata, mert ennél a kéndioxidot (SO<sub>2</sub>) a kemence aknájában elemi kénre redukálják és azután ezt az elemi kén megfogják.

A piritolvasztásnak és a norvégolvasztásnak különlegessége az, hogy elsalakitó pótlékként kvarcot és mészkövet alkalmazva vashan nagyon dús salakkal dolgoznak. A piritolvasztás során az ömlesztőtér hőfokának nagysága tekintetében a lehetőségek korlátozottak; ez a körülmény a minél könnyebben olvadó salak előállítására kényszeríti az üzemet, arra való tekintet nélkül, hogy a salak túlnagy vasoxidtartalma miatt az elsalakulásbeli rézvesztés is nagyobbodik. Gyakorlatilag a piritolvasztás és a norvégolvasztás salakjaiban a főbb komponensek mennyisége nagyon szűk határok között ingadozik (12. táblázat) és pedig:

- a vasoxidul (FeO) 49—55% között,
- a kvarc (SiO<sub>2</sub>) 28—33%, sőt inkább 31—33% között,
- a kalciumoxid (CaO) 2,5—8%, inkább 5—6% között,
- a réz (Cu) 0,3—0,45% között.

Egyéb salakalkotórészekből megengedhető: a MgO rendszerint 3%-ig, az Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 7%-ig; a ZnO egyáltalán nem kívánatos alkotórész, úgy, hogyha a cink az érceben nagyobb mennyiségben (2,5%-on felül) fordul elő, akkor az ércet akár a piritolvasztásra, akár a norvégolvasztásra alkalmatlannak minősítik és az aknát felpiritolvasztásra állítják át.

Prof. V. I. Szmirnov kísérletei szerint a piritolvasztás sebessége a kvarcszükséglet emelkedésével arányosan nő.<sup>9</sup> A mi kohóüzemeinkben megállapítást nyert, hogy legelőnyösebb a salak SiO<sub>2</sub>-tartalmát a felső határon és pedig 31—33% között tartani, jóllehet ez a kokszfogyasztásnak némi emelkedésével jár és csak úgy valószínűsíthető meg, ha a megfelelő kvarc rendelkezésre áll és a kemence üzemét fokozott ellenőrzés alatt tartják.

Az olvasztás mészköszükséglete és a salak CaO-tartalma, prof. Szmirnov kísérletei szerint, az olvasztás eredményére kevés befolyást gyakorol. Ezért ajánlatos a salakokban 5—6% CaO-t tartani. A többi — eddig nem említett — salakösszetevőkre nem szoktak folyósító pótlékokat adagolni, százalékos mennyiségűk számítás útján adódik ki.

(Folytatjuk)

\* V. I. Szmirnov: Mineralnoe szűr'e i ego pererabotka, 1927. No 3. sztr. 197.

V. I. Szmirnov: Sahtnaja plavka mednüh i nikelévűh rud, 1939.

V. D. Kuznecov: Cvetnűe Metallű, 1934, No 6, sztr. 111—138.

## ALUMINIUM

Felelős szerkesztő: Vajk Péter. — Felelős kiadó: A Nehézipari Könyv- és Folyóiratkiadó Vállalat Vezérigazgatója  
Megjelenik: 350 pld.-ban. Szerkesztőség: V., Szalay-utca 4. Telefon: 129—699.

Budapesti Szikra Nyomda, V., Honvéd-utca 10. — Felelős vezető: Radnóti Károly



12. táblázat. Hányóra került tipikus rézércolvasztási salakok százalékos összetétele

Az üzem neve	Cu	SiO <sub>2</sub>	FeO	CaO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	S	BaO	ZnO	MnO
Piritolvasztás és norvégolvasztás										
Isabella, Tennessee . . . . .	0,37	32,60	49,94	8,24	1,50	3,44	1,74	—	,91	1,03
Mount-Lycell . . . . .	0,39	32,47	52,15	4,77	7,22	—	0,88	0,90	1—	—
Karabas, Szovjetunió . . . . .	0,50	30,16	49,27	5,09	—	1,23	—	4,0	—	—
Kvarchansk, Szovjetunió . . . . .	0,45	30,0	50,0	2,5	9,0	—	—	—	—	—
Karabas, Szovjetunió . . . . .	0,60	27,0	54,0	3,2	—	1,5	0,8	2,8	—	—
Lekken, Norvégia . . . . .	0,35	33,6	52,8	5,45	1,6	—	2,87	—	057	—
Mednogorszk, Szovjetunió . . . . .	0,38	32,4	52,2	6,0	—	—	—	—	—	—
Félpiritolvasztás										
Mount Lyoll . . . . .	0,45	33,4	53,1	3,13	5,89	—	—	0,70	—	—
Bulli . . . . .	0,3	30,0	34,6	12,0	11,0	—	—	—	—	—
Nicholsk . . . . .	0,69	34,0	46,0	11,0	5,0	—	—	—	—	—
Tennessee . . . . .	0,31	34,2	40,0	6,9	4,0	—	2,0	—	—	—
Tennessee . . . . .	0,21	44,5	39,7	9,9	6,2	—	1,2	—	1,5	—
Kozaka . . . . .	0,29	42,0	38,6	3,0	6,1	—	0,4	3,0	3,12	—
Anaconda, USA . . . . .	0,30	39,87	22,4	26,8	6,35	—	0,52	—	1,40	0,60
Kirovgrad, Szovjetunió . . . . .	0,37—0,62	32,0—36,3	45,5—48,7	4,7—6,3	5,8—9,5	—	1,5—3,0	—	3,9—5,3	—
Alaverd, Szovjetunió . . . . .	0,22—0,39	32,9—39,3	30,6—38	8,4—12,8	18,4—20,8	0,7—3,2	0,8—1,5	—	—	—
Zangezur, Szovjetunió . . . . .	0,20—0,35	39,6—42,1	25,4—29,6	16,8—20,5	3,6—9,9	0,60—1,86	0,21—0,95	—	—	—
Baimak, Szovjetunió . . . . .	0,33—0,51	30,4—41,6	35,5—45,1	8,7—12,3	0,7—7,4	—	—	—	—	—
Lángkemencében való olvasztás										
Noranda . . . . .	0,27	37,9	46,8	1,7	8,5	1,9	1,1	—	—	—
International . . . . .	0,52	34,5	49,8	1,26	7,7	—	—	—	—	—
Roan Antelope . . . . .	1,20	47,3	13,7	11,4	14,7	2,9	—	—	—	—
Noranda . . . . .	0,33	39,4	46,4	0,9	7,5	1,1	—	—	—	—
Clarkdale . . . . .	0,30	35,9	43,8	3,3	6,9	—	—	—	—	—
Copper Cliff . . . . .	0,36	36,5	51,5	1,2	5,6	1,3	—	—	—	—
American Smelting . . . . .	0,26	39,3	43,2	6,6	5,1	1,1	—	—	—	—
Anaconda . . . . .	0,55	35,0	41,9	4,6	8,0	—	—	—	—	—
International . . . . .	0,52	34,5	49,8	1,26	7,7	—	—	—	—	—
Calumet . . . . .	0,39	37,6	48,7	5,2	3,3	—	—	—	—	—
Mufuhira . . . . .	1,3	39,6	31,6	17,7	7,7	—	—	—	—	—
Karszakupajsz . . . . .	0,6	55,8	20,0	7,2	12,2	—	—	—	—	—
Karszakupajsz . . . . .	0,25	53,0	15,7	16,2	11,8	—	—	—	—	1,56
Balkas . . . . .	0,45	41,3	34,1	9,4	10,4	1,4	0,15	—	—	—
Balkas . . . . .	0,60	43,4	27,9	9,2	12,3	—	0,13	—	—	—
Krasznouralszk . . . . .	0,3—0,7	30,2—35,5	52,8—44,3	0,8—5,6	2,8—6,0	0,3—0,5	—	—	2,8—4,4	—
Kirovgrad . . . . .	0—40	29,4	44,8	2,7	10,2	—	2,3	—	7,3	—
Karabas . . . . .	0,22—0,48	29,7—38,2	38,2—54,5	1,0—5,0	5,2—9,3	0,7—1,1	1,6—2,3	—	1,8—5,2	—



# ALUMINIUM

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET FÉMKOHÁSZATI SZAKOSZTÁLYA  
ÉS A FÉMPARI KUTATÓ INTÉZET FOLYÓIRATA

IV. évfolyam

8. szám

## Dr. Valkó Endrének, a MTESZ főtitkárának a MTESZ 1952. június 21-22-i közgyűlésén elhangzott beszámolójából

Közgyűlésünk vitája a problémáknak, a fontos és érdekes kérdéseknek olyan tömegét hozta felszínre, olyan, egész népgazdaságunk fejlődése szempontjából nagyjelentőségű felszólalások hangzottak el, amelyek hosszú időre irányt mutatnak Szövetségünk és az összes egyesületek munkájában.

Ennek kiegészítéseképpen néhány olyan kérdésre szeretném felhívni az elvtársak figyelmét, amelyekkel foglalkoznunk kell, amikor arról van szó, hogy az egyesületek vezetésének új módszereit akarjuk kialakítani.

Ezek a kérdések a következők:

Az egyesületek vezetőségi munkájának a megjavítása;

az egyesületi munka tervszerűségének fokozása; az egyesületek kapcsolata az állami szervekkel, minisztériumokkal;

a kritikai szellem kifejlesztése, a társadalmi bírálat elősegítése az egyesületen belül;

az egyesületek együttműködésének kérdése, ezzel kapcsolatban a Szövetség irányító szerepe; végül:

mint egyik legfontosabb feladat: az ipari egyesületek munkájának megerősítése, az üzemekben, elsősorban nagyüzemekben egyesületi élet kifejlesztése.

\*

Ha megvizsgáljuk, hogy mi az, amiben a mai egyesületek leginkább különböznek a két év előttiektől, melyik a legdöntőbb minőségi változás, amit a kétéves fejlődés eredményezett, akkor ezt abban az új szemlemben kell megjelölnünk, amely az *egyesületek vezetésében* egy idő óta jelentkezett.

Fokozódott a felelősség érzése az egyesületek vezetőinél. Még egy-két évvel ezelőtt az egyesületek elnökségében, vagy választmányában való részvételt kartársaink túlnyomórésze — ezt megmondhatjuk őszintén — üres címnek vette; a megtiszteltetés egy fajtájának, mely a hivatallal, vagy tudományos ranggal együtt jár. Igen kicsi volt azoknak a száma, akik nem csupán szakmai szempontból végeztek értékes munkát az egyesületben, a munkabizottságokban, az előadásokon, a folyóiratok munkájában való aktív részvételükkel, hanem ezen túlmenően az egyesületi munka irányításából is kivették részüket.

Hogy milyen sokrétű szerepe, milyen fontos helye van a tudományos egyesületnek a népi demokráciában, hogy milyen feladatai vannak voltaképpen a vezetőknek, azt eleinte nem láttuk olyan világosan,

mint ahogy ma látjuk, de fokozatosan felismertük — és ebben döntő volt Pártunk útmutatása — hogy az egyesületi munka fejlődésében egy mozgalom bontakozik ki, egy jellegzetesen szocialista valami, a szakmájukat szerető és hazájukat szerető műszaki értelmiségünk, tudományos munkásaink mozgalma. Egy mozgalom, amely abban nyilvánul meg, hogy műszaki értelmiségünk és tudományos dolgozóink ezrei és egyre újabb ezrei nap mint nap önkéntes, áldozatkész munkával dolgoznak tudományos kérdések megoldásán, előadásokat tartanak, vitákon és szakfolyóiratok munkájában résztvesznek.

Ennek a mozgalomnak az egyesület ad keretet. Az egyesület az, amely megmutatja azok számára, akik részt vesznek ebben a mozgalomban, hogy hogyan tudják szolgálni legjobban szakmájukon keresztül, Pártunk politikáját, egész dolgozó népünk ügyét. Az egyesület az, amely ennek a munkának a szervezeti feltételeit biztosítja. Az egyesület az, mely a különböző területeken működő szakemberek, tudományos munkások nézeteit, tapasztalatait, kezdeményezéseit közös mederbe tereli és társadalmi bírálat, vagy javaslatok formájában közvetíti a Párt, vagy a kormányzat felé.

Egyesületeink vezetői ráébredtek arra, hogy mit jelent ez a mozgalom, milyen hatalmas tartalékokat jelent technikai fejlődésünk, tudományos haladásunk, egész országunk ügye szempontjából, hogy ennek a mozgalomnak ők a gazdái, hogy Pártunk és egész dolgozó népünk elvárja tőlük, mint tömegszervezeti vezetőktől, hogy önként vállalt munkájukat jól végezzék.

Az egyesületek vezetőségi értekezletei egyre inkább a komolyan dolgozó kollektívák képét mutatják.

Mi azt szeretnénk, ha a tagság igényesebb volna a vezetőkkel szemben, jobban segítené őket bírálat és megkövetelné az elnökségtől, a választmánytól, a szakosztályoktól, a központi bizottságoktól, hogy állandó, folyamatos, rendszeres munkájukkal példát mutassanak.

Még a jól dolgozó egyesületeknél is vannak periódusok, amelyekben az elnökség csupán regisztrálja, tudomásul veszi az egyesületben folyó munkát, ahelyett, hogy annak állandó kezdeményezője és irányítója lenne.

Propagandamunkánk hiányosságai is: az előadások nem egyenletes színvonala, változó látogatottsága, és így tovább, nagyrészt onnan erednek, hogy sem az egyesületek elnökségei, sem a propa-



ganda-bizottságok — ha ugyan ilyenek működnek — nem kísérik figyelemmel a propaganda-munkát. A témát ugyan megválasztják, az előadókat kiküldik, de nem igen tudják, milyen volt az előadás tartalma, színvonala, látogatottsága, megfelelt-e a várakozásnak.

A propagandabizottságok megerősítése feltétlenül szükséges ennek a hibának a kiküszöbölésére. Komoly javitanivalók vannak a propagandaakciók mennyisége és minősége terén is. Jobban vigyázzunk az előadások színvonalára! A jólsikerült előadásokat több helyen meg kell ismételni. — Az ankétokat, konferenciákat sokkal alaposabban kell előkészíteni, mint ahogyan ez eddig gyakran szokásos volt; 3—4 összekapcsolt előadás még nem konferencia, még csak nem is ankét.

Egyre inkább arra kell törekednünk, hogy a vitanyagot jól előre kidolgozzuk a résztvevők számára, és szétküldjük.

A propagandamunka színvonalának ilyen emelése, és általában a vezetés színvonalának emelése csak a szigorú tervszerűség alapján valósítható meg.

A *tervszerűségről* már annyit beszéltünk, már olyan sokszor megállapítottuk azt a döntő fejlődést, ami ebben a tekintetben kétségtávol megmutatkozik, hogy kívülről nézve bárki azt gondolhatná, hogy ezen a területen minden a legtokéletesebb rendben van.

A helyzet valójában az, hogy az egyesületek munkája, annak minden részlete ma már úgyszólván teljes egészében népgazdasági tervünk végrehajtását szolgálja, és nem vitás, hogy az, hogy idáig eljutottunk, a munkának alapvető minőségi változását jelzi.

Azonban, ha szigorúan megvizsgáljuk, hogy valóban jól gazdálkodtunk-e, ha megnézzük, hogy az egyes problémákra, amelyekkel az egyesületben foglalkoztunk, amelyeket az egyesületben megvitattunk, olyan arányban fordítottunk-e munkát, fáradságot, amilyen arányokat népgazdaságunk szükségletei, tudományos fejlődésünk követelményei megkívánnak, azt hiszem, még igen sok hiányosságra tudnánk rámutatni.

Általában nem tudtuk még elérni egyesületeinkben, hogy a munkaterv elkészítését tématerv összeállítása előzze meg, olyan tematikai tervé, amely a népgazdaság, a műszaki fejlesztési terv szükségleteiből indul ki, és ennek alapján állapítja meg a megoldandó feladatok súlyát és sürgősségi sorrendjét.

Igen fontos ebből a szempontból, hogy az egyesületnek működő műszaki, vagy tudományos bizottsága legyen, amely szoros kapcsolatban dolgozik együtt egyrészt a minisztériumok megfelelő osztályai-val, másrészt a Tudományos Akadémiával, és jól ismeri az üzemekben, a termelésben felmerülő problémákat is.

Meg kell jegyeznem, hogy ez nem jelenti a műszaki fejlesztési terv felsorolásaihoz, adataihoz való mechanikus alkalmazkodást, hiszen vannak olyan feladatok, amelyeknek megoldásában több, másoknál pedig kevesebb szerep jut a társadalmi munkának.

Vannak elvtársaink, akik úgy gondolják, hogy akkor, amikor az egyesületi munka tervszerűségével szemben fokozott követelményeket támasztunk, ezzel

elriasztjuk esetleg azokat a kartársainkat, akik azért jönnek az egyesületbe, hogy ott megtalálják egymást, kötetlen formában kicseréljék tapasztalataikat és szakmai kérdésekről fésztelenül elbeszélgessenek.

Mi ezeket az egyesületi tagokat nemcsak, hogy elriasztani nem akarjuk, hanem a lehető legnagyobb mértékben hozzá akarjuk segíteni őket, hogy klubéletet éljenek, hogy második otthonuknak tekintsék az egyesületet.

Ellentétben van ez a tervszerűséggel? Egyáltalán nem!

A tapasztalat azt mutatja, hogy éppen azokban az egyesületekben, amelyekben pl. a munkabizottságok témamegválasztása a legtervszerűbben történik, amelyek határidőre feladatokat vállalnak és vállalásaikat végre is hajtják, amelyek tehát komolyan veszik a társadalmi fegyelmet, talál leginkább ott honra a tagság, olyan szempontból is, hogy szívesen jár be találkozni és elbeszélgetni szakmai problémákról, szeretettel és büszkén vallja magáénak az egyesületet s az egyesületben folyó munkának tervszerűségét nemcsak hogy nem kifogásolja, hanem egyenesen megköveteli. — A tagság egyenesen megköveteli, hogy az Egyesület vezetői hozzásegítsék, hogy olyan munkában vegyen részt, amely valóban fontos, amelynek eredményét hamarosan láthatja, és az érte való elismerést is tapasztalhatja. Gondolok itt elsősorban az Energiagazdálkodási Tudományos Egyesületre, az Orsz. Magyar Bányászati és Kohászati Egyesületre, de más egyesületekre is.

A tematikai tervvel összefüggésben már említettem, hogy milyen jelentősége van ebből a szempontból annak, hogy az egyesület az *állami szervekkel*, Tervhivatallal, minisztériumokkal *jó együttműködést* tudjon kiépíteni.

Valóban, azok a jelentős eredmények, amelyeket a munka tervszerűségének fejlesztése terén már elértünk, nem függetlenek attól, hogy ezt a kapcsolatot számos egyesület területén sikerült szorosra fűzni.

Ilyen jó kapcsolat alakult ki például a Bánya- és Energiaügyi Minisztérium Szénbányászati Főosztályával, és az iparvezetés sok más szervével. Ennek a jó kapcsolatnak alapja, hogy az iparvezetésben dolgozó elvtársak egyre inkább felismerik, hogy milyen nagy segítséget nyújt számukra munkájukban az egyesületek társadalmi munkája, az a lehetőség, amit széles rétegek társadalmi bírálata, javaslatai jelentenek.

Mi nagy örömmel üdvözljük azt a fordulatot, amit az utóbbi időben tapasztalunk a minisztériumok vezető munkatársai részéről, ami az egyesületekben való aktív részvételüket illeti. Közreműködésük az egyesületi munka minőségének megjavítása szempontjából igen nagyjelentőségű, hiszen ezek az elvtársak a leghivatottabbak arra, hogy behozzák az egyesületekbe egy-egy iparágnak azokat a központi problémákat, amelyek leginkább igénylik a társadalmi megvitátást, illetve megoldást.

Számos minisztériumban kollégium vitatta meg az egyesületekkel való együttműködés kérdését, ami mindig nagyon eredményes volt az egyesületi munka fejlesztése szempontjából is.

Az egyesületi élet mindezekén felül elősegíti, hogy az ipar vezetői és a termelésben dolgozók, a minisztérium és az üzem egymáshoz közel kerüljenek.



A Bányászati és Kohászati Egyesületen belül kartársak kartársakkal találkoznak, nem feszélyezi őket véleményük szabad nyilvánításában az, hogy az egyik — mondjuk — bányamérnök, vagy aknász, a másik pedig főosztályvezető, vagy történetesen miniszter. Ezt láttuk az egyesület által rendezett szénbányászati konferenciákon. Aki ott volt, azt tapasztalhatta, hogy bányamérnökeink úgy tekintették ezeket a konferenciákat, mint a régóta várt alkalmat arra, hogy olyan formában beszélhessenek problémáikról, amire a hivatalos érintkezés nem mindig ad lehetőséget. A minisztérium vezetői számára pedig rendkívül hasznos, ha ilyen közvetlen módon szerezhetnek tudomást a termelésben felmerülő nehézségekről, a műszaki problémáiról, és nagy súlyt fektetnek arra, hogy az egyesületi vitákon, értekezleteken felmerülő kérdésekre, kritikákra a hivatal gyorsan reagáljon. Ez nagy mértékben elősegíti, hogy a bányász műszaki értelmiség, amely egyébként is különös szeretettel ragaszkodik egyesületéhez; úgy érzi, hogy az egyesület az ő véleményének, kívánságainak a szószólója.

Ennek igen nagy jelentősége van, hiszen az egyesület csak akkor töltheti be feladatát, csak akkor mozgathatja elő az állami szervek munkáját, csak akkor szolgálhatja tagjai szakmai és politikai fejlődését, ha munkája teljes önkéntességen alapul, és ha a szabad viták, a nyílt, építő bírálat légköre alakul ki benne.

Az őszinte bírálat légköréről szólva, ugyanakkor, amikor megállapítjuk ezen a téren is a komoly haladást, azt is meg kell mondanunk, hogy még mindig nem beszélhetünk arról, hogy egyesületeink „fellegvárai” volnának a harcok kritikai szellemnek.

Erről a kérdésről már azért is beszélnünk kell, mert állandóan hangsúlyozzuk, hogy az egyesületek a társadalmi kritika szervei is. Ez valóban így is van, ezt számos területen látjuk. Egyesületeink megbírálják a műszaki oktatás egész rendszerét, tananyagát, előadását — megbírálják a műszaki könyvkiadást, megbírálták a sajtó szakmai propaganda munkáját.

Sok eredményes műszaki és tudományos vita folyt az egyesületekben. Műszaki és tudományos értelmiségünkben azonban általában még nem eléggé vert gyökeret a kritika és önkritika módszere, még mindig sok bennük a régi rendszerből magunkkal hozott gátlás ezen a téren. Körülbelül egy éve annak, hogy megjelent egy tankönyv, az építési technika területről, amelynek pozitívumai mellett jelentős hibái voltak. Ezekről a hibákról annakidején szakkörökben sokat beszéltek. Mégis a „Magyar Techniká”-ban kritika helyett egy egyoldalúan dicsérő cikk jelent meg a könyvről. Amikor egy sereg kitűnő szakemberünket megpróbáltuk rávenni arra, hogy mélyreható és színvonalas kritikát próbáljanak írni a könyvről, nem találtunk vállalkozót. Voltak, akik időhiányra hivatkoztak, de én azt hiszem, hogy kicsit az is közrejátszott, hogy nem akarták megbántani a kollegát!

Azóta kétségtelenül fejlődés mutatkozik ezen a téren is.

Égészen szokatlanul élénk vita volt, őszinte, nyílt bírálatok hangzottak el azon az ankéten, amelyen Alexits és Fenyő professzorok „Matematika vegyé-

szek számára” című tankönyvét bírálták meg a résztvevők.

Kevés módszeres elemzés volt, kevés bírálat hangzik el egyesületeinkben, az állami szervek munkájával kapcsolatban.

Megmutatkozott ez például a műszaki dokumentáció területén. Egyesületeink foglalkoztak a műszaki dokumentáció kérdésével, ami természetes is, hiszen az egyesületek tagjai munkájuk révén állandóan kapcsolatban vannak a dokumentációval és a könyvtárral. Így az egyesületekben, a beszélgetések során, sőt az elnökségi üléseken is, állandóan elhangzottak panaszok a Dokumentációs Központ rossz munkájáról. Ebből azonban nem vontuk le a következőket, nem segítettük elő az alulról jövő egészséges bírálatot, nem adtunk ennek szervezett formát, nem tűztük ki célul, hogy mi hívjuk fel a Párt és a kormányzat figyelmét erre a problémára, amely már régóta fennállott. Így a kormányzat is csak később értesült a Műszaki Dokumentációs Központ és a technikai könyvtár területén meglévő súlyos hiányosságokról és csak néhány hónappal ezelőtt tett intézkedést a vezetés átszervezéséről. Most állapította meg egy kormányzati felülvizsgálat azokat a tényeket, amelyekre már régen, nekünk, az egyesületeknek kellett volna rávilágítanunk, hogy ez a műszaki fejlesztés szempontjából mennyire fontos intézmény politikai szempontból is egészségtelen, bürokratikus vezetéssel, perspektíva és tervszerűség nélkül működött, úgyszólván minden szakmai hozzáértés nélkül.

A jövőben sokkal inkább a gazda szemével kell néznünk egész műszaki és tudományos életünket, sokkal kritikusabban, sokkal éberebben kell figyelniünk minden visszasságra, sokkal jobban kell szerveznünk, sokkal következetesebben kell élére állnunk a tagság építő bírálatának.

Ezt elvárják az egyesületi tagok, a műszaki és tudományos dolgozók, és elvárja Pártunk és kormányunk a tudományos egyesületektől.

Rátérek, magának a Szövetségnek a munkájára, a Szövetségnek az egyesületekhez, és az egyesületeknek egymás között való viszonyára. Ez a kettő voltaképpen egy, hiszen a Műszaki- és Természettudományi Egyesületek Szövetsége nem valami külön csúcsszerv, hanem összessége az egyesületeknek. A Szövetség vezető szerveinek, elnökségének, választmányának az a feladata, hogy elvi irányítást adjon az egyesületeknek, biztosítsa az egyesületek munkájának összhangját, segítse a tapasztalatok kicserélését, mozgítsa elő együttműködésüket.

Teljesítettük-e ezt a feladatot? Az hiszem, komoly eredményekről számolhatunk be, ha összehasonlítjuk a mai helyzetet a két év előtti állapottal, és ugyanakkor még igen komoly hiányosságokról is beszélhetünk, ha azt nézzük, hogy milyen sok az, amit ugyanakkor elmulasztottunk.

Maga az elnökség és a választmány mérsékelt rendszerességgel ugyan, de működött. Működésének gyengéje volt, hogy tagjainak nagyobb része csak alkalmasszerűen, vagy egyáltalán nem vett részt a munkában, ez zavarta a munka folyamatosságát, s oda vezetett, hogy az elnökségi ülések tárgyalásai nem mindig a döntő kérdéseket ragadták meg.



A választott szervek, illetve választott vezetőségi tagok munkájában mutatkozó elég nagy hézagokat igen sikeresen tudtuk pótolni a központi bizottságok létrehozásával és működtetésével. A Szövetség központi bizottságaiban mintegy 60 kartárs dolgozott elég rendszeresen. Munkájukra nem kívánok kitérni, inkább arról szeretnék beszélni, hogyan tudjuk fejleszteni, megjavítani a központi szervek munkáját.

Először is: többet kell foglalkoznunk magunkkal az egyes egyesületekkel; következtetesebben kell irányítani, segíteni munkájukat, figyelemmel kísérni, ellenőrizni őket. Persze egyáltalán nem törekszünk arra, nem is gondolunk arra, hogy szakmai részletkérdésekbe akarjunk beleszólni az egyesületek munkájában. Világos, hogy a vegyészethez a vegyészek, a geológiához a geológusok értenek jobban. Ezért a szakmai irányítást átengedjük a Tudományos Akadémia megfelelő bizottságának. A MTESZ központi szerveinek más a feladata.

Segíteniök kell az egyesületeket, hogy munkájukat valóban a döntő műszaki kérdések felé irányítsák.

Itt van például az ütemes termelés kérdése, amelyre a Párt és kormány határozatai alapján ráirányítottuk egyesületeink figyelmét és törekszünk együttműködésüket létrehozni ezen a területen.

Segítsenek a központi szervek kialakítani a helyes munkamódszereket az egyesületekben. Az egyesületek tapasztalatait, eredményeit, jó kezdeményezéseit vigyék át a többi egyesületbe, úgy, ahogy az történt, amikor a központi bizottságok megalakítását szorgalmaztuk az egyesületekben, vagy amikor napirendre tűztük a műszaki lapok bírálatát. Vizsgálja meg a Szövetség elnöksége, kísérje figyelemmel, hogy egy-egy, népgazdaságunk, fejlődésünk szempontjából fontos, alapvető kérdéssel hogyan, milyen eredménnyel foglalkozott az egyesület. Gondolok pl. a gyorsvágásra, az építőipar gépesítésére, a baleset-védelemre a bányászatban, és így tovább.

Az irányítás ilyen módszerének továbbfejlesztéséből adódik a második típusú feladata a Szövetség központi szerveinek: vannak olyan népgazdasági feladatok, amelyek sok egyesületben, pl. valamennyi ipari egyesületben hasonlóképp jelentkeznek. Ilyen pl. a minőség kérdése, az anyagtakarékosság kérdése, az ütemes termelés problémája, a műszaki fejlesztés tervezése és más számos kérdés, amelyek tegnap is felmerültek. Ezzel kapcsolatban módja van a Szövetségnek arra, hogy az összes egyesületek erőit egy időre az ilyen átfogó problémák feldolgozására, megoldásukban való részvételre összpontosítsa. Önként adódik az a lehetőség, hogy ennek a munkának a szervezését részben egy-egy egyesületre bízuk, így pl. a minőség megjavításának az ellenőrzéssel kapcsolatos problémáit a Méréstechnikai Egyesületre, a nehéz fizikai munkák gépesítését a Gépipari Tudományos Egyesületre, és így tovább.

Meg kell azonban jegyezni, hogy pl. az ütemes termelési ankét, amelyet nemrégiben az Üzemi Tervegazdasági és Szervezési Tudományos Egyesülettel rendeztünk, más egyesületek közreműködésével, nem hozta meg a kívánt eredményt. Formális és szétfolyó volt; annak ellenére, hogy azon néhány igen értékes felszólalás is elhangzott.

Ismét más jellegű a Szövetség központi bizottságainak tevékenysége akkor, amikor olyan feladato-

kat választ, amelyek ugyan számos ipar- és tudományágat érintenek, azonban lényegében mégiscsak egy feladatról van szó, amelynek jó megoldására azonban a különböző egyesületek a népgazdaság és a tudomány legkülönbözőbb területeiről való szakemberek közreműködésére van szükség. Ilyen feladatot vállalt a Szövetség központi Propaganda bizottsága, amikor a napilapok műszaki propaganda munkáját tárgyalta meg, vagy amikor legutóbb műszaki könyvkiadásunk társadalmi bírálatát tűzte ki célul, és ankétot szervezett a kérdés megvitatására, ami egy igen értékes és átfogó javaslatot eredményezett.

Más kérdés azonban — és ez ismét egy hiányosságunkra mutat rá — hogy a javaslat sorsával azóta senki sem törődött, egyáltalán nem foglalkoztunk azzal, hogy a javaslatokat meg is valósítsák.

Végül negyedszer: igen alaposan meg kell javítanunk munkánkat abban az irányban, hogy jobban előmozdítsuk az egyesületek együttműködését, olyan műszaki-tudományos problémák megoldásában, amelyek két, vagy több egyesület munkaterületét érintik. Összintén be kell vallanunk, hogy ezen a téren komoly mulasztásai vannak mind a Szövetségnek, mind az egyesületek vezetőségének. Hogy milyen nagyok ezek a mulasztások, azt legjobban éppen azok az eredmények mutatják, amelyek ott születtek, ahol az együttműködés mégis létrejött.

Csak utalni szeretnék arra a komoly népgazdasági eredményre, amit a Bányászati és Kohászati Egyesület és a Gépipari Tudományos Egyesület csapágybronz bizottsága ért el.

Megemlíthjük a Közlekedés- és Mélyépítéstudományi Egyesület és a Bányászati és Kohászati Egyesület közös munkabizottságát, amely közetmechanikai kérdésekkel foglalkozik.

Természetes, hogy a jövőben egyre inkább szem előtt kell tartanunk, hogy az elnökség és a választmány tagjai valóban dolgozzanak, a központi bizottságok, az elnökség és a választmány munkáját ne csupán kiegészítsék, hanem tagjai egyben az elnökségnek és a választmánynak is tagjai legyenek, munkájuk ezeknek a munkájához szervesen kapcsolódjék.

Most rátérek arra a kérdésre, amelyet fejlődésünknek ebben a periódusában a legfontosabbnak tartunk, legalábbis az ipari egyesületeknél: az üzemi szervezés problémájára.

Hogy miért tulajdonítunk ennek ilyen fontosságot, annak számos oka van. Először is, azok a műszaki problémák, amelyeknek megoldását az egyesületi munka, a társadalmi munka leginkább elő tudja mozdítani, igen nagy részben éppen a termelésben, az egyes üzemeken belül merülnek fel. Pl. a tubingek szerelésénél a megengedhető tűrésekkel kapcsolatban a Közlekedés és Mélyépítéstudományi Egyesület munkabizottságot hozott létre a kérdés megoldására.

Milyen sokat tud tenni az egyesület, amikor munkacsoportot hoz össze az üzemben belül, amely társadalmi munkában vállalja egy-egy ilyen feladat megoldását! Az egyesületnek lehetősége van arra, hogy egy-egy üzemi probléma megoldására más üzemekben, kutatóintézetekben dolgozó szakembereket is mozgósítson, bekapcsoljon, és ezáltal igen széles területen tudja elősegíteni a tapasztalatcserét.



Másodsor: ahhoz, hogy az egyesület központi szervei jól dolgozzanak, hogy megtalálják az elsősorban megoldandó feladatokat, és hogy a központi előadások, ankétok, munkabizottságok ezeket a feladatokat meg is tudják oldani, nem elég a minisztériumokkal, az állami szervekkel, kutató intézetekkel, a Tudományos Akadémiával tartani a kapcsolatot. Ha végigtekintünk a tegnap felmerült kérdéseken, a technológia fejlesztésének problémáin, ha megnézzük azt, miért vagyunk elmaradva a kotrógépek, a daruk konstrukciója és gyártása, a kombájnok és traktorok konstrukciója és gyártása terén, önként kínálkoznak az egyesületi feladatok, és azt is világosan kell látnunk, hogy az egyesület csak akkor tud eredményesen hozzájárulni ezekhez a kérdésekhez, ha minél nagyobb számban vonjuk be azokat munkájába, akiknek ezek közvetlenül fájnak, ha azoknak a tapasztalatait, igényeit és javaslatait gyűjti egybe, akiket ezek a problémák a legközelebről érintenek. És mi módon történhet ez jobban, mint az üzemi csoportok révén? Ez az igazi útja annak, hogy az egyesületeken belül meg tudjuk teremteni az elméletnek és a gyakorlatnak annyit emlegetett, de nem mindig megvalósított szoros kapcsolatát.

Harmadsor: azért tartjuk fontosnak az üzemi munka megerősítését, mert bármennyire is fejlődik az egyesületek munkája, nő az egyesületek tagsága, az egyesületek előtt álló sokoldalú feladatok a munkának egyre nagyobb mértékben való kiszélesítését kívánják meg. Egyre több előadóra, cikkíróra, szerkesztőre van szükség; újabb és újabb munkabizottságokat akarunk szervezni. Nem lehet egészséges állapotnak tekinteni, és nem is lehetséges, hogy ezek továbbra is elsősorban a minisztériumokból, állami szervekből, kutatóintézetekből, központi tervező intézetekből, a főiskolákról kerüljenek ki. Ha az egyesületek tömegbázisát az üzemekből fogjuk kiszélesíteni, az minden esetben új fejlődés elindítója lesz.

Itt meg kell azt is jegyezni, hogy különös figyelmet kell fordítanunk a fiatalokra. Hogy nem egészen jól dolgoztunk ebből a szempontból, azt láthatjuk, hogy ha egy előadáson, vagy pláne egy közgyűlésen végigtekintünk a résztvevőkön és megnézzük, hogy milyen korosztályok vannak képviselve. Sok nagyobb megmozduláson alig látni 40 éven aluli kartársakat.

Végül szükségessé teszi az üzemi szervező munka megerősítését, az üzemi csoportok létrehozását még egy körülmény: igen gyakran beszélünk arról, hogy a kutatókat, a kutatóintézeteknek, a tervezőintézeteknek a munkatársait az a veszély fenyegeti, hogy a gyakorlattól elszakadnak, hogy nem tudják hasznosítani munkájukban a tömegek tapasztalatait, a sztahanovisták eredményeit, és így munkájuk sem adhatja meg a kellő segítséget a fizikai dolgozók munkájához.

Kutatóintézeteink újabban mind gyakrabban kötnek szocialista szerződéseket üzemekkel. Mi azt gondoljuk, hogy aligha van jobb módszer ezeknek a szerződéseknek mind hatékonyabbá tételére, mintha a kutatók részt vesznek az üzemi egyesületi csoport életében, bekapcsolódnak annak munkájába.

Mindebből következik, hogy az egyesületek üzemi

feladatai igen sokrétűek. Egyrészt el kell érni azt, hogy az üzemből minél többen vegyenek részt aktívan az egyesület munkájában általában, hogy lépjenek be az egyesületbe, járjanak a központi előadásokra, a munkabizottságokba, másrészt — mint mondtuk — segítsen az egyesület megoldani az üzem problémáit, azokat a műszaki tudományos problémákat, amelyek ott, az adott helyen, a termelésben felmerülnek.

De elsősorban arra kell törekednünk, hogy munkabizottságokat hozzunk létre az üzemekben konkrét kérdések megoldására. Foglalkozzanak a munkabizottságok a korszerű technológia megvalósításával, foglalkozzanak a sztahanovista munkamódszerek tudományos vizsgálatával, elemzésével. Szervezenek ezeknek az elemzéseknek alapján magas színvonalú tapasztalatcserét. Az üzemi munkacsoportoknak, ami tagjaikat illeti, egyáltalán nem kell csupán saját üzemükre korlátozódnia. Vonják be munkájukba a más üzemekben, más intézményekben dolgozó szakembereket, szervezenek az egyesületek minél több üzemi előadást, üzemi ankétot, s adjanak az egyesületek minél több segítséget az üzemi bizottságok munkájához. Például a szakszervezeti műszaki előadások előkészítése, kiállítások szervezése terén, a műszaki továbbképző kör munkájában való részvétellel a szakszervezeti sajtó munkájában és azzal, hogy kérdéseket adnak a szakszervezet propagandamunkája számára.

Külön ki szeretném emelni feladatainkat az újtómozgalom fejlesztése terén, ami ma még szintén igen gyenge pontja egyesületeinknek, holott igen nagyok a lehetőségek.

Amikor az egyesületi munkának ilyen perspektívája van az üzemekben, meglepő, hogy egyesületeink vezetői egyáltalán nem ismerték fel eléggé ennek a kérdésnek fontosságát. Az üzemi szervező munkát — és ez majdnem kivétel nélkül minden egyesületre vonatkozik — rábízták a függetlenített munkatársakra. Mondhatni, csak kivételképpen fordult elő, hogy üzemi szervező munkában az egyesület társadalmi vezetője — beleértve a főtitkárt — komolyabb lépéseket tett.

Az egyesületek üzemi munkájának eredményességéhez nagyon szükséges, hogy az egyesületi vezetők, az üzemek műszaki gárdájának legjobbjai is sokkal jobban érezzék a felelősséget azért, hogy ezzel a kérdéssel komolyan foglalkozzanak.

Azt is meg kell mondanunk, hogy sok elvtársunknak igen homályos fogalmai vannak arról, melyek a szakszervezetnek a funkciói, és melyek az egyesület feladatai az üzemben. A kettőt összekeverik, ami megnehezíti a szakszervezeti műszaki gazdasági bizottságok és az egyesület közötti együttműködést. A műszaki-gazdasági bizottságok a szakszervezeti üzemi bizottságoknak albizottságai, műszaki aktívái, amelyek az üzemi bizottság szakszervezeti feladatait a műszaki értelmiség területén segítenek megoldani. A műszaki gazdasági bizottság üzemenként egynéhány tagból áll, akik a műszaki értelmiség mozgósításával, a munkaversenybe való bekapcsolásának kérdéseivel, a műszakiak továbbképzésének problémáival, esetleg felmerülő különleges érdekvédelmi kérdéseivel foglalkoznak. Tehát a műszaki és gazdasági bizottság nem vezetősége valamilyen külön mű-



szaki értelmiségi szervezetnek a szakszervezetben belül, amint azt sokan tévesen hiszik, hanem az üzemi bizottságnak albizottsága, munkavégző szerve, táncsádó szerve.

A műszaki-gazdasági bizottságoknak ez a jellege egyben meghatározza az egyesületekkel való együttműködés módját, úgy, ahogyan azt a SZOT-nak az elvtársak előtt nyilván ismert, múlt év januárjában kelt határozata is leszögezi.

A szakszervezetekkel való együttműködésen kívül igen nagy jelentőséget tulajdonítunk más tömegszervezetekkel, elsősorban a Magyar-Szovjet Társasággal való együttműködésünknek is. Ez az együttműködés három év során a Magyar-Szovjet Barátság Hónapja együttes megrendezésével kapcsolatban kapcsolódott ki, és nem lehet kétséges, hogy egyik szilárd alapja lesz üzemi munkánk megjavításának is.

Tapasztalatainkat összegezve, megállapíthatjuk, hogy egyesületeinknek a jövőben sokkal céltudatosabban és határozottabban kell az üzemek felé fordulniok; üzemi csoportokat kell létrehozniok, elsősorban a legnagyobb üzemekben, egyesületi életet kell kifejlesztetniök. Ennek alapja a jó együttműködés a szakszervezetekkel és a Magyar-Szovjet Társasággal. Az együttműködést azonban nem annyira felülről, központilag kell szervezni, hanem magukban az üzemekben az elvégzendő konkrét feladatokkal kapcsolatban kell operatív módon kiépíteni.

Hangsúlyoznunk kell azt is, hogy amikor nagyüzemi szervezetek kiépítésére törekszünk, a Szovjetunió tudományos társaságainak példáját követjük, amelyeknek az üzemekben alapszerveik vannak, és amelyeknek eredményes munkája éppen ezeknek az alapszervezeteknek élénk tevékenységére épül.

Most, egyszerű öt éves tervünk derekán különösen sokat vár tőlünk, a magyar műszaki és tudományos értelmiségtől Pártunk és egész dolgozó népünk. Fel kell, hogy vessük magunkban a kérdést: megfelelő-e munkánk annak a hatalmas támogatásnak és eddig soha nem ismert megbecsülésnek, amelyben népi demokráciánk a tudománynak, a technikának az embereit részesíti?

Úgy hiszem, ahogy más téren, úgy a tudományos egyesületek két éves munkáján végigtekintve is azt látjuk kidomborodni, hogy mérnökeink, technikusaink, tudományos munkásaink szilárdan helytállnak dolgozó népünkkel együtt a szocializmus építésének frontján.

Egyesületeink fejlődése tükrözi, de egyben emelődje is annak, azoknak a hatalmas változásoknak, amelyek országunkban rövid néhány év alatt végbementek, és amelyekről azelőtt álmodni sem mertünk.

Ezek között a változások között talán a legmegkapóbb, talán a leglelkésítőbb maguknak az embereknek a fejlődése. Tanúi vagyunk annak, hogy a messziről szürkének látszó, egyszerű emberek közül

hogyan emelkednek ki nap mint nap a munkának, a népünk jövőjéért folytatott harcnak új hősei. A mérnökök és technikusok soraiból is születnek ilyen hősök. Elmondhatjuk, hogy a műszaki és tudományos értelmiség részese ennek a változásnak. A technika, a tudomány emberei ma másképpen gondolkodnak és másképpen dolgoznak, mint tegnap, vagy tegnapelőtt. Különösen egy év óta látjuk egyre inkább, milyen visszhangra találtak mérnökeinkben, technikusainkban Rákosi elvtárs szavai: „A szocializmus építésének bizonyos fokán túl minden értelmiségi munka minősége úgy nő és hatványozódik, ahogy benne a marxizmus-leninizmus elmélete érvényre jut és megvalósul”.

Feladata egyesületeinknek ezt szem előtt tartani, nemcsak a nagy problémáknál, mint amilyen az alapszén-kérdés, vagy vízerőink komplex hasznosítása, hanem a mérnöki és tudományos munka mindennapi gyakorlatában is. Gondolok olyan példákra, mint amilyen a Vilamos Forgógép Tervező Intézet mérnökei, Balla elvtárs és kollektívájáé, akik szakítottak a motortervezés tőkés hagyományaival, és a szovjet eredmények tanulmányozásával olyan új, szocialista tervezési módszer kialakításán dolgoznak, amely nem csupán a gyártónak és az eladónak érdekét nézi, hanem a gyártónak, a fogyasztónak és az egész népgazdaságnak az igényeit egyszerre mérlegeli.

Hogy mérnökeink és tudományos munkásaink egyre inkább képesek ilyen feladatok megoldására, azt — ahogyan ez állandóan megmutatkozott — a Szovjetunió, a szovjet emberek segítő kezének köszönhetjük. Szinte állandóan tanúi vagyunk annak, mint kap szinte szárnyakat műszaki embereink fantáziája, alkotó kedve, a szovjet eredmények megismerése révén. Ezzel párhuzamosan és ezzel szoros összefüggésben egyre inkább, egyre elválaszthatatlanabbul összeforr műszaki és tudományos értelmiségünk a szocializmus építésének ügyében, egész dolgozó népünk ügyével, és egyre biztosabban halad azon az úton, amelyen Pártunk vezet bennünket.

Pártunk szavát, Pártunk útmutatását kell továbbra is szem előtt tartaniok, híven követniök egyesületeink vezetőinek, legjobb tagjainak. Bizonyos, hogy tudományos egyesületeinkre még az eddiginél is sokkalta nagyobb fejlődés vár, sokkalta nagyobb szerep műszaki és tudományos haladásunkban.

Nem lehet kétséges, hogy egyesületeink lelkes, aktív tagjainak a száma egyre nőni fog, hiszen elmondhatjuk, hogy műszaki embereink, tudományos dolgozóink számára alig van szebb, felemelőbb feladat, mint a szocializmus építésében, egész társadalmunk, műszaki és tudományos életünk e forradalmi átalakulásának korszakában, a világ népeinek a békéért és szabadságáért folytatott harca idején, önkéntes munkával együtt szolgálni a tudományt, a hazát, és az egész haladó emberiség nagy ügyét.



## A FÉMIPARI KUTATÓ INTÉZET KÖZLEMÉNYEI

49. SZÁM.

## Gyors magnézium meghatározás könnyűfémötvözetekben

HÉJJA ANDRÁS — LOVASI JÓZSEF

**Быстрое определение содержания магния в легких сплавах.**

Автор: Хейя Андраш и Ловаши Йозеф.

**Schnelle Methode zur Bestimmung von Magnesium in Leichtmetall-Legierungen**

von. A. Héjja—J. Lovasi

**Rapid method for the determination of Mg in lightmetal alloys**

by A. Héjja, J. Lovasi

Kísérleteink célja a könnyűfémekben egy lehetőleg gyors és pontos Mg-meghatározási eljárás kidolgozása volt, különös tekintettel a durál, antikorródál típusú Al-ötvözetekre, amelyekben az Mn tartalom jelenléte a Mg meghatározását erősen meglassítja. Ezenkívül az eddig általunk használt pirofoszfátos Mg-meghatározást ki akartuk küszöbölni, mert ennél az eljárásnál a Mg tökéletes leválásához 24 órás várakozási időre van szükség.

Mint ismeretes, a Mn eltávolítása általában Blumenthal eljárása alapján történik, mely a salétrom-savas elforrálás és  $\text{KClO}_3$ -os oxidáció miatt igen hosszadalmas és kényelmetlen. A Na-bizmutátos módszer a Mn meghatározásra kiválóan alkalmas, azonban a Mg meghatározását méginkább megnehezíti. Nem is szólva a Standard Method of the Al-Company of America eljárásáról, amely a Mn-t szulfidalakban választja le.

Kísérleteink főként arra irányultak, hogy a vizsgálatoknál a Mn eltávolításának nehézségeit kiküszöböljük.

Első kísérletsorozatunk — mint ahogy azt eredetileg tervbevevttük — a szovjet irodalom alapján A. P. Toropov és G. B. Passzovszkaja munkássága nyomán (Zsurnál Analiticeszkoi Chimij 6, 115—118, 1951.) konduktometrikus vonalon indult el. — Ennél az eljárásnál az említett szerzők egy különleges abszorpciós indikátort, p-nitrobenzol azo- $\alpha$ -napholt, alkalmaztak, mi ehelyett megpróbáltunk fluoreszcint alkalmazni, mely szintén bevált, azonban az eljárásnak azt a hátrányát, hogy csak kimondottan tiszta Mg meghatározására alkalmas, nem sikerült kiküszöbölünk. Az említett szerzők is tiszta  $\text{MgSO}_4$  esetére dolgozták ki a módszert.

Keverék indikátorokkal — metilvörös-phenolphthaleinnel is dolgoztunk abból az elvből kiindulva, hogy a metilvörös átcapás végpontja 6,2-es  $\text{pH}$ -nál van, amikor a Mn leválásnak már teljes mértékben le kellett játszódnia, ezzel szemben a Mg leválása csak 6,7-nél indul meg és 8,2-ig tart. Itt tehát az elektro-metrikus eljárást indikátoros módszerrel kapcsoltuk össze, mert így a folyamat lefolyása vizuálisan jobban nyomon követhető. Azonban idegen ionok jelenléte a folyamat menetét olyan nagy mértékben befolyásolta,

hogy a Mg gondos elválasztás nemhogy csökkentette, hanem növelte a meghatározás időtartamát. Ezenkívül az átcapási pontok sem jelentkeztek elég élesen, úgyhogy ezt az eljárást adott körülményeinkre nem alkalmazhatjuk.

Foglalkoztunk az Al meghatározáshoz hasonlóan egy turbidimetrikus eljárással is. Az itt követett módszerünknel savas közegből kiindultán n NaOH -al 6. 7-es  $\text{pH}$ -ig titrálunk, mikor a  $\text{Mg}/\text{OH}_2$  már kezd leválni, ezt a pontot turbidimetrikusan észleljük. Főlegesen lúg hozzáadásával, phenolphthalein indikátorral, n. savval visszatitrálunk az indikátor színeltűnéséig, azaz 8,2-es  $\text{pH}$ -ig, amikor a Mg-hidroxid ismét oldatba megy.

Az első titrálásnál a  $\text{Mg}/\text{OH}_2$  csapadék mutatókódásától számított lúgfőlölesleg  $\text{cm}^3$  számból kivonva a visszatitrálásnál a fenolphthalein-szín eltűnéséig hozzáadott sav  $\text{cm}^3$ -eit, megkapjuk a  $\text{Mg}/\text{OH}_2$  képződéshez szükséges  $\text{cm}^3$ -számot.

Nehézséget okoz ennél a módszernél az, hogy a Mg leválás nem esik kvantitativ a kívánt 6,7—8,2-es  $\text{pH}$  határok közé és így a rózsaszín fenolphthalein-szín fellépése nem indikálja az összes Mg leválását, visszafelé titrálásnál pedig a rózsaszín eltűnésekor a  $\text{Mg}/\text{OH}_2$  jórésze már oldatba is ment. Ezt a kísérletsorozatot inkább elméleti megfontolásaink alátámasztása céljából végeztük.

Ami a Mg oxikinolinnal történő meghatározását illeti, kísérleti eredményeink azt mutatták, hogy Mn jelenléte nélkül Al-ötvözetekben igen pontos Mg értékeket kaptunk. Antikorródál ötvözetek vizsgálatánál azonban a Mn előzetes eltávolítása feltétlen szükséges.

Kísérleteket folytattunk ezután olyan eljárás kidolgozására, amely mind az elektrometrikus, mind pedig a turbidimetrikus eljárástól függetlenül, részben klasszikus módszer alapján oxikinolinnal adja meg a Mg tartalmát, a Mn előzetes leválasztása mellett.

Ebből a célból, mivel a Mn elválasztása jelentette a fő nehézséget, ennek lehetőleg gyors és kvantitativ elválasztására törekedtünk.

Először is savas közegben ammonperszulfátos kiejtéssel próbálkoztunk, ez azonban hosszadalmas és nem megfelelő, mert a Mn csak többszörös forralás és szűrés után távolítható el kvantitativ. Jó és gyors eredményt adott azonban a gyengén ammóniás közegben ammonperszulfáttal történő leválasztás. Habár az ammonperszulfáttal történő elválasztás kvantitativ eredményeket adott, az oldatban bennmaradó perszulfát főleg az oxikinolinos leválasztást éppen oxidációs hatása folytán zavarta. Ezért a kémszer elforrálásával igyekeztünk a zavaró hatást kiküszöbölni. Ez azonban hosszadalmas forralás után sem sikerült,



úgy, hogy az eredmények igen tág határok között változva, a kívánt pontosságot nem elégtették ki.

Eljárásunk szerint ammóniás közegben a perszulfát zavaró hatásának kiküszöbölésére hidrazinszulfátot adagolunk. Az oldatot néhány percre forralva, az oxidáló anyag tökéletesen elbomlik és a Mg-oxikinolinna történő leválasztását a továbbiakban már nem zavarja.

Továbbiakban közöljük kísérleteink eredményeiképpen néhány meghatározás eredményét, amelyeket tiszta Mg törzsoldatból végeztünk:

Bemérés: g	Kapott: g
0,0125	0,0126
0,0125	0,0125
0,0125	0,0127

Ezeket az eredményeket gravimetrikus úton szokásos módon a csapadéknak 140 C fokon történő szárítása után kaptuk. Atszámítási faktor Treadwell: „Tabellen zur Quantitativen Analyse“ című könyve alapján: 0,0778.

Kísérleteinket 0,5% mangán tartalom mellett végezve, a fentiek alapján az alábbi értékeket kaptuk Mg-tartalmú Al-ötvözetekre:

Bemérés: g	Kapott: g
0,0126;	0,0130
0,0126	0,0130
0,0126	0,0127

Az alábbi vizsgálatokat 1–2% Mn tartalom mellett 0,0125 és 0,025 g-os Mg beméréssel végeztük. Együtt vizsgáljuk azt is, hogy a szárítás ideje mennyire befolyásolja az eredményeket. A következő összeállítás 1 óra 20 perces szárítási időre vonatkozik:

Bemérés: g	Kapott: g
0,025	0,0244
0,025	0,0241
0,025	0,0247
0,025	0,0250
0,0125	0,0119
0,0125	0,0120
0,0125	0,0119

Láthatjuk tehát, hogy az értékek általában — különösen a kisebb Mg beméréseknél — kisebbeknek adódnak. Legjobb értékeket az 1 óra 05 perces szárítással kaptuk, amelynek adatait a következő összeállítás szemlélteti:

Bemérés: g	Kapott: g
0,0125	0,0128
0,0125	0,0128
0,0250	0,0250
0,0250	0,0246
0,0500	0,0511
0,0500	0,0513

Ezeknél a beméréseknél a Mn tartalom 2,5–3,0 százalék között változott. Eredményeink azt mutatták, hogy a Mg meghatározás pontosságát a bentlő Mn-tartalom egyáltalában nem befolyásolja, és a Mn mennyiségére való tekintet nélkül könnyen és röviden eltávolítható.

### Az eljárás leírása.

Bemérünk 1 g Al-ötvözetet, ezt feloldjuk kb. 20 cm<sup>3</sup> 1:3 nátriumhidroxidban. Az oldásnál hozzáadunk 2–3 csepp 3%-os hidrogénperoxidot, ezáltal a Mn-hidroxid nem fog átmenni a szűrőpapíron. Felhígítjuk az oldatot kb. 150 cm<sup>3</sup>-re, forrásig melegítjük, majd 1/4 órán át állni hagyjuk és fehérvízű szűrőpapíron szűrjük. A csapadékot forró vízzel átmossuk, majd a szűrőpapírt — csapadéktól együtt — egy 400-as főzőpohárba tesszük, amiben 50 cm<sup>3</sup> H<sub>2</sub>O, 7 cm<sup>3</sup> ccHCl és 5 cm<sup>3</sup> 3%-os H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> van. Felforraljuk és a szűrőpapírt pedig üvegbottal széttronsoljuk. Ezután 150 cm<sup>3</sup>-re felhígítjuk, 2 g szilárd NH<sub>4</sub>Cl-t teszünk hozzá és NH<sub>4</sub>OH-val leválasztjuk, a még bellevő Al-t és Fe-t.

Ehhez a gyengén ammóniás oldathoz az oldat forralása közben ammóniumperszulfátot adagolunk. Így a Mn kiválik, mint MnO<sub>2</sub> · xH<sub>2</sub>O. A forralást befejezve az oldatot néhány percre állni hagyjuk és fekete kötési szűrőpapíron szűrjük, meleg vízzel mossuk. A szüredéket — amely már csak a Mg-ot tartalmazza — felforraljuk, 0,5 g hidrazinszulfátot adunk hozzá és addig forraljuk, míg az apró buborék-képződés meg nem szűnik. Ezután 60–70 C fokra lehűtjük, 5 cm<sup>3</sup> ccNH<sub>4</sub>OH-t adunk hozzá, majd anynyi 2%-os alkoholos oxikinolin oldatot, hogy az oldat gyengén narancsszínű legyen. 7 mg Mg leválasztásához kb. 6 cm<sup>3</sup> oxin-oldat szükséges.

Az oxikinolin hozzáadása után forrásig melegítjük, majd vízfürdőn 1/2 órán keresztül állni hagyjuk, szobahőmérsékletre lehűtjük, IG4-es szűrőtegyelen szűrjük, 1%-os NH<sub>4</sub>OH-val mossuk és 140 C fokon 1 óra 05 percre szárítjuk.

### Számítás:

$$\frac{\text{csapadék súlya} \cdot 0,0778}{\text{bemérés}} \cdot 100 = \text{Mg } \%$$

Természetesen a meghatározás ismert módon, volumetrikusan is végezhető.

Az eljárás kimondottan Mg meghatározására gyors és pontos, ha azonban más alkotókat is meg akarunk határozni, úgy célszerű a Mg meghatározására külön bemérésből kiindulni. Durál, valamint Ni tartalmú alumínium-ötvözetekben a perszulfátos ronsolás után az oldathoz KCN-t adunk, így a Cu és Ni-t komplex alakba véve, a Mg meghatározását a fent leírt módon végezzük.

A magnánt minden esetben külön bemérésből vagy kolorimetrikus úton vagy Volhard—Wolff szerint határozzák meg.

### IRODALOM

- A. P. Toropov, G. B. Passzovszkaja: Zsurnal analiticeszkoi Chimii 6, 115. 1951.  
W. Orlik: Metall und Erz: 36, 407. 1939.  
G. H. Osborne; N. Stross: Light Metals 6, 402, 1943.  
A. Cohen: Rationelle Metallanalyse 156. 1948.  
Standard Methods of the Al Company of America eljárása, Fresenius Hndb. der Anal. Chem. 3.-ben, 526. 1943.  
Modern Methods for the Analysis of Al Alloys 18, 1949.  
Treadwell: Quantitative Analyse Tabellen: 59, 152. 1949.  
Erdey L.: Bevezetés a kémiai analízisbe, 249.  
Charlot—Bézlet: Methodes Modernes D'Analyse Quantitative, 478, 1949.  
Proske—Blumenthal: Schiedsverfahren 43, 1948.



## A bauxit és feldolgozási termékeinek rádióaktivitása

CSÓKÁS JÁNOS ES MÉHES KÁLMÁN

Янош Чокаш и Др. Калман Мехеш:

### Радиоактивность Бокситов и продуктов переработки.

A bauxit rádióaktivitásának vizsgálatával (1) kapcsolatban felmerült az a gondolat, hogy a timföldgyártás egyes fázisainál nyert termékekben nem dúsulhat-e fel a bauxit rádióaktív anyag tartalma. Ebből a lehetőségből kiindulva, kéréssel fordultunk a Magyar-Szovjet Bauxit Alumínium Rt. ajkai Timföldgyár és Alumíniumkohó vezetőségéhez, aki vizsgálataink céljára készségesen rendelkezésünkre bocsátotta a timföldgyártás egyes fázisainál kinyert termékeket. Így megvizsgáltuk a vörösiszapot, a híg-lúgsót, a vanádiumsót és az alumíniumhidrátot. Mérési adataink a következők:

Vizsgált anyag	Sugárzás a kozmikus sugárzás levonásával percenként	Kozmikus sugárzás percenként	Sugárzás/ kozmikus sugárzás	Anyag súlya kg-ban	1 kg-ra eső sugárzási hányados
Bauxit	38,3	17,1	2,24	27,50	0,08
Gránitgneisz	12,3	16,9	0,72	37,50	0,01
Vörösiszap	61,6	23,4	2,63	18,60	0,14
Híg-lúgsó	4,8	26,5	0,18	6,80	0,02
Vanádiumsó	2,5	26,5	0,09	13,80	0,00
Alumíniumhydr.	3,0	27,9	0,10	13,50	0,00

A híg-lúgsó mérését a rendelkezésre álló anyag korlátozott volta miatt 21 cm átmérőjű és 16 cm magas hengeres edényben végeztük, melynek tengelyében helyeztük el a számolócsövet. A híg-lúgsó az edényt — a számolócső számára szükséges hely kivételével — kitöltötte. A többi méréshez 24,5 cm átmérőjű és 21,5 cm magas hengeres edényt használtunk a híg-lúgsónál alkalmazott elrendezésben.

Mivel lehetséges, hogy a gyártásnál a különböző rádióaktív anyagok kémiai úton szétválhatnak és esetleg másutt dúsulnak, kíváncsi voltunk a gyártás teljes menetét, beleértve a szűrőket is, a helyszínen átvizsgálni számolócsöves készülékkel.

Gedeon T. (2) vizsgálatai szerint a bauxit öt fő alkotórészén: a timföldön, a kovasavon, a vasoxidon, a titánoxidon és a vízen felül számos ritka elemet is tartalmaz. Az uránnal kapcsolatban megjegyzi, hogy mennyisége nagyon csekély és nem haladja meg a vulkáni kőzetekben lévő urán átlagos mennyiségét.

Dittler E. bécsi egyetemi tanár mérései szerint a gánti bauxitfajták sugárzási intenzitása lényegesen nagyobb, mint más kőzeteké. A tóriumnak a titánnal való esetleges feldúsulását feltételezve, Dittler a gánti bauxit genetikáját ősi eruptívumokkal hozza összefüggésbe.

A lausitzi V. A. W. Lautwerk-i gyárban Otto P. (4) közlése szerint szintén megvizsgálták a magyar bauxitfajtákat és a bauxit feldolgozása során nyert frakciókat. A termékek közül a vörösiszapban ritka elemek bizonyos fokú dúsulását észlelték. Ezek közül a tóriumot, a hafniumot, a berilliumot és más ritka

elemek oxidjait sikerült kivonniok. Az urán kivonásáról, illetve a vörösiszapban való előfordulásáról Ottó nem közöl adatokat.

Még Dittler adatainak a publikálása előtt végzett laboratóriumi méréseink a bauxit intenzív sugárzásáról adtak számot. Ezek a mérések azt mutatták, hogy a bauxit rádióaktivitása nagyobb, mint általában egyéb hazai kőzeteké. Amíg pl. a közetsugárzás és a kozmikus sugárzás hányadosa a bauxitnál méréseink szerint 2,24, addig a Soproni-hegység egyik legsavanyúbb kőzetének, a vashegyi gneisznek a sugárzási hányadosa 0,72. A bauxit sugárzási intenzitása tehát nagyobb, mint a soproni gneiszé, holott általában az a nézet, hogy a savanyú eruptív- és orthometamorfi kőzetek viszonylag a legrádióaktívabbak. Néhány gránitgneisz és gránit Ra tartalomra vonatkoztatott sugárzási intenzitását az irodalom  $5 \cdot 10^{-12}$  g-ban adja meg (5–6). Vizsgálataink szerint a különböző helyről származó bauxitfajták aktivitása nem egyforma. Ezt Dittler mérései is alátámasztják.

Amint azt „A bauxitban levő rádióaktív elemek meghatározásáról” című közleményünkben (1) részletesen ismertettük, tömegabszorpciós méréseket végeztünk egyrészt a sugárzás intenzitásának a mérőeszközöktől független számadattal való meghatározására, másrészt annak eldöntésére, hogy a tekintetbe vehető rádióaktív elemek közül urántól és vele rádióaktív egyensúlyban levő származékaitól vagy tóriumtól és vele rádióaktív egyensúlyban levő származékaitól ered-e a bauxit sugárzása.

A bauxitban lévő sugárzó anyag mibenlétére vonatkozólag úgy próbáltunk felvilágosítást kapni, hogy megmértük egy 0,283 cm vastag ólomhenger tömegabszorpciós együtthatóját a vizsgált 27,5 kg súlyú bauxit, majd egy uránszurokérc és egy tóriumdioxid preparátum sugárzására nézve. Ha ugyanis a bauxit sugárzására vonatkozó tömegabszorpciós együttható megegyezne a másik két anyag valamelyikének sugárzására vonatkozó tömegabszorpciós együtthatójával, akkor feltehetnők, hogy azzal azonos sugárzásról van szó. A nyert értékek a következők voltak:

	uránszurokérc	bauxit	tóriumdioxid
$\frac{\mu}{\rho Pb}$	0,156	0,109	0,099

Mivel a bauxitra jellemző tömegabszorpciós együttható a tóriumdioxidra jellemző tömegabszorpciós együtthatóhoz áll közelebb, az urán mennyisége a bauxitban alárendeltbnek tekinthető. Megállapításunkat alátámasztja Kiss János is (7), aki a „Nézsai bauxit ásványos alkata” című közleményének kéziratában a következőket mondja: a fényképező lemezt a bauxitból kiválasztott cirkónszemek 96 órai állás után enyhén megfeketítik, ami arra enged következtetni, hogy főleg tóriumnak és bomlástermékeinek jelenlétével lehet számolni, mivel a cirkón gyakran tartalmaz tóriumot.



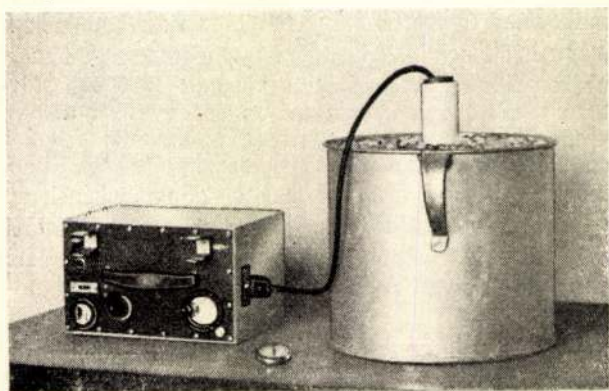
A kérdés eldöntése céljából további vizsgálatokat végeztünk a bauxitsugárzás ólomra vonatkozó tömegabszorpciós együtthatójának monacithomokkal, valamint uránszurokércel való összehasonlítására. Yagoda H. (8) adatai szerint ugyanis a délafrikai monacithomok a rádióaktív elemek közül csak a tóriumot, a jachymovi uránszurokérc pedig csak az uránt és származékait tartalmazza. Az abszorpciós méréseknél 3 mm-es ólomárnyékolás után fennmaradó sugárzást vizsgáltuk feltételezve, hogy így már csak a keményebb komponensek szerepelnek a mérésekben és a következő 3 mm vastag ólomabszorbenssel végzendő méréseknél nagyobb különbséget kaphatunk az összehasonlított anyagok sugárzásának elnyelésével.

Mérési eredményeink:

	uránszurokérc	bauxit	monacit
$\frac{\mu}{\rho Pb}$	0,107	0,094	0,080

Ujabb adataink tehát megegyeznek előző méréseinkkel, amennyiben a monacithomok és az uránszurokérc elnyelési együtthatói közt van a bauxité.

A monacithomok és az uránszurokérc árnyékolás utáni abszorpciós méréseknél 6 cm átmérőjű edényekben olyan mennyiségű anyagot helyeztünk el, mely a bauxittal egyenlő nagyságrendű beütéseket adott a számolócsőre 3 mm vastag ólomárnyékolás után. Ezután egy újabb 3 mm vastag ólomabszorbens felhasználásával az előbbi abszorpciós módszert alkalmazva, meghatároztuk a tömegabszorpciós együtthatót az árnyékolás után fennmaradó sugárzásra nézve. A bauxitnál a következő elrendezést használtuk:



1. ábra.

A másik két anyagra vonatkozólag a kozmikus sugárzás mérést árnyékolás nélkül végeztük, mivel az abszorpció mérése is így történt. A szűrés után fennmaradó sugárzás keményebb, amit abból láthatunk, hogy a tömegelnyelési együtthatók értéke kisebb.

Ha ezen együtthatók csökkenését vizsgáljuk, vagyis kiszámítjuk a szűrés nélküli és a szűrt sugárzás tömegelnyelési együtthatók különbségét, akkor a következő eredményre jutunk:

Azt láthatjuk, hogy a bauxit és a tóriumdioxid, ill. monacit esetén a különbség közel egyenlő, vi-

		uránszurokérc	bauxit	tóriumdioxid
$\frac{\mu}{\rho Pb}$	szűrés nélkül	0,156	0,109	0,099
				ill. monacit
$\frac{\mu}{\rho Pb}$	szűrés után	0,107	0,094	0,080
A különbség:		0,049	0,015	0,019

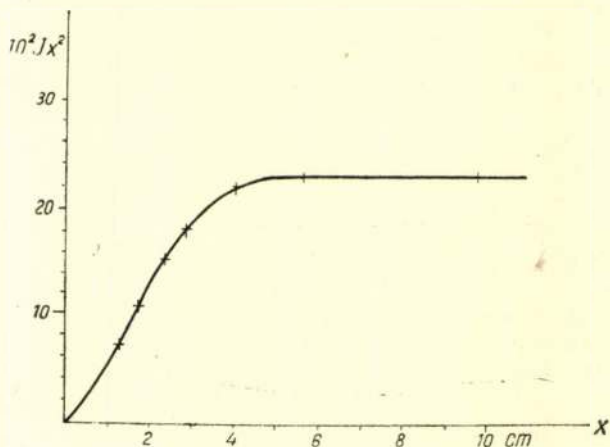
szont az uránszurokérc esetén a csökkenés jóval nagyobb. Ez arra vall, hogy hasonló összetételű sugárzásról van szó a bauxit és a tórium esetében, tehát a bauxit radioaktivitását főleg tóriumtól és bomlás-termékeitől nyerheti.

Mivel az abszorpciós mérések arról is számot adtak, hogy a bauxitban igen kemény komponensek vannak, amelyek nagyobb tömegű bauxiton is áthatolhatnak, mint amilyen tömegű bauxittal a mérések során dolgoztunk, szükségesnek mutatkozott a bauxit helyszíni vizsgálata.

A külszíni méréseket, melyeket Méhes K. végzett, összehasonlítva a laboratóriumi mérésekkel, azt találtuk, hogy a mérések között túlnagy eltérés nincs és elegendő mennyiségű (kb. 40 kg száraz) bauxit-minta esetén a méréseket a lelőhelytől távol is el lehetne végezni, ha nem volna tekintettel azokra a lehetőségekre, melyeket a helyszíni mérések a földalatti szerkezeti viszonyok kiértékelése terén nyújtanak (9).

Összefoglalva mérési eredményeinket, megállapíthatjuk, hogy:

1. a bauxit intenzív rádióaktív sugárzást bocsát ki magából,
2. a bauxit rádióaktív anyag tartalmára vonatkozólag a sugárzás tömegabszorpciós együtthatójából a tórium feldúsulására lehet következtetni,
3. a bauxit feldolgozásánál nyert melléktermékek közül a rádióaktív anyag a vörösiszapban feldúsul,
4. a higlúgos, a vanádiumsó és az alumínium-hidrátnak nem mutatnak számításba vehető rádióaktivitást.



2. ábra.

Műszakhitelesítési diagramm 0,35 g súlyú és 21 mm átmérőjű tórium színfémlemezzel.



Műszerkonstansunk meghatározásához 0,35 g súlyú és 21 mm átmérőjű tórium színfémlemezt használtunk. A mérésnél alkalmazott kis távolságok miatt a távolság négyzetének és az impulzusszámnak a szorzata nem volt állandó, hanem a távolság növelésével konstans értékhez konvergált. Ez az érték adja a készülék műszerkonstansát, amely

$$23,6 \cdot 10^8 \text{ impulzus} \cdot \text{cm}^2/\text{min. gr. Th}$$

### ÖSSZEFOGLALÁS:

Szerzők a bauxit és feldolgozási termékeinek rádióaktivitását vizsgálták Geiger-Müller féle számológésszel. Megállapították, hogy a bauxit intenzív rádióaktív sugárzást bocsát ki, amely tóriumtól és bomlástermékeiktől származik. A bauxit feldolgozási termékei közül a rádióaktív anyag a vörösiszapban feloldul. A higlúgó, a vanádiumsó és az alumínium-hidrát nem mutatnak számottevő sugárzást. A sugárzó anyag minőségének megállapításánál a következőképpen jártak el. Megmérték a bauxit ólomra vonatkoztatott tömegabszorpciós együtthatóját, annak szűrés nélküli sugárzására, majd 3 mm vastag ólommal való szűrés után fennmaradó sugárzására. Az így nyert együtthatókat összehasonlították uránszurokérc és tóriumdioxid, ill. monacithomok hasonló

módon nyert tömegabszorpciós együtthatóival. A szűrés nélkül mért és a szűréssel mért tömegabszorpciós együtthatók különbségeit nézve, azt találták, hogy a bauxitsugárzás ezen kétféle elnyelési együtthatójának különbsége, igen közel áll a tóriumdioxid, ill. monacithomok megfelelő elnyelési együtthatójának különbségéhez, míg az uránszurokércétől eltér.

### IRODALOM:

1. Méhes K.—Csókás J.: A bauxitban levő radioaktív elemek meghatározásáról. Magyar Tudományos Akadémia Műszaki Tudományok Osztályának Közleményei. 1951. II. köt. 2. sz.
2. Gedeon T.: A bauxit és ipari alkalmazása. Alumínium. 1950. 7. oldal.
3. Méhes K.: Üledékes kőzeteink radiológiai vizsgálata. I. Bauxitok. Földtani Közöny, 1951. 1—3. sz. 100. oldal Vadász E. közlése.
4. Bányászati és Kohászati Lapok. 1950. 1. sz. 23. oldal.
5. Hahn O.: Was lehrt uns die Radioaktivität über die Geschichte der Erde? Berlin, 1926.
6. Finály S.: The Radium content of some Hungarian rocks. Amer. Journal of Science. Vol. XXIV. october. 1932. pp. 306—310.
7. Kiss János: Nézsai bauxit ásványos alkata. Kézirat.
8. Yagoda H.: Radioactive Measurements with Nuclear Emulsions. 1949. New-York—London. p. 164.
9. Méhes K.: Előzetes kísérletek a gánti bauxit izoradiációs térképének elkészítéséhez. Földtani Közöny 1951. 10—12. sz.

## A színesfémek kohászatának salakjai

Loskutov—Cejdlar „Razscseti po metallurgii tjazselüh cvetnüh metallov“ című műve „Slaki“ című fejezete

### (IV. rész)

Fordította: SZÉKI JÁNOS egyetemi tanár

#### F) A félpíritolvasztás salakjai.

A pirit- és félpíritolvasztás között nincs éles határ. Általában véve<sup>9</sup> a két olvasztás közötti különbség abban tűnik ki, hogy a kokszt fokozatosan növekedő mennyiségű adagolásával az egészen a fúvó-síki lejut, ami az elegy súlyára számítva mintegy 3%, az érc súlyát tekintve pedig körülbelül 4% koksztfogyasztásnak felel meg. Jóllehet, határozott külső jel alapján a két olvasztásmód között a határt nem lehet megállapítani, a kemence munkáját, de főleg az előállított salakot tekintve óriási a különbség. A félpíritolvasztásnál, lévén a fúvósík tele izzó koksztarabokkal, elméleti számítások szerint megvan annak a lehetősége, hogy tetszés szerinti összetételű salakot olvassunk meg, azonban még sem gazdaságos túlságosan nehezen olvadó, a megolvasztáshoz nagyon sok koksztot igénylő salakkal dolgozni. A gyakorlatban már régen megállapították, hogy a félpíritolvasztásnál a koksztfogyasztás és a kemence teljesítőképessége között egészen határozott összefüggés áll fenn. Minél kisebb a kemence koksztfogyasztása és minél több levegőt fújtatunk a kemencébe, annál erősebb ütemben és gazdaságosabban megy végbe az olvasztás.

A műveletnek erősebb ütemben és a legjobb technikai, valamint gazdasági eredménnyel való lefolytatása érdekében elsősorban az olvasztásra szánt elegyet kell a lehető legjobban előkészíteni, vagyis a meddő kőzetrészeket minél jobban ki kell választani, a nagy darabokat össze kell törni, az apró (5 mm-en aluli) részeket szitálással el kell különíteni és legcélszerűbben szalagos zsugorító készüléken darabosítani, stb. Arra kell törekedni, hogy a salak minél kevesebb és minél könnyebben olvadó elsalakító pótlékkal készüljön, mert ehhez kevesebb hőre, következésképpen pedig a salak megolvasztásához kevesebb kokszt van szükség.

Az elsalakítópótlékokkal való takarékoskodás végett igyekezni kell „önmagában olvadó“ elegyet készíteni. A kohók az elegyet rendszerint több fajta ércből állítják össze és az egyes minőségeknek meghatározott — számítás útján megállapított — arányban való összekeverése révén néha olyan érckeverékhez (elegyhez) jutnak, amely folyósító pótlékok alkalmazása nélkül is könnyen olvadó salakot ad. Amennyiben ez nem következne be, akkor olyan elsalakító pótlékok (folyósítók) beszerzéséről kell gondoskodni, amelyek mellett, hogy tulajdonképpen folyósítók (kvarc vagy mészkő), még valamilyen értékes fém (rezet vagy



aranyat) is tartalmaznak, amelyeknek kinyerése — legalább részben — fedezi a folyósító anyag kitermelésével, szállításával és megolvasztásával járó kiadásokat. A Szovjetunióban a felpiritolvasztáshoz kerülő legtöbb érc a vasat főlegesen tartalmazza, minek folytán az elegybe folyósító gyanánt kvarcos pótlékot kell behozni. Ilyen minőségben nagyon el van terjedve az ú. n. „makacs” kvarcos aranyérc alkalmazása, vagyis az olyan ércéké, amelyek aranytartalmát más módszerekkel rosszul, avagy nehezen lehet kinyerni. A felpiritolvasztás azáltal, hogy aranytartalmú folyósítók alkalmazását lehetővé teszi, előnyösen különbözik a piritolvasztástól, amelynél csak tiszta kvarcból álló elsalakító pótlék használható, aranytartalmú pedig csupán akkor, ha aránylag nagyon kevés káros alkotórészt ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{MgO}$ , stb) tartalmaz, ami azonban — amint mondják — ritkán fordul elő.

Miután megvan annak a lehetősége, hogy a felpiritolvasztásnál majdnem tetszés szerinti összetételű salak állíttassék elő, a kohásznak arra kell törekednie, hogy az ne csak lehetőleg könnyen olvadó, hanem a rézvesztesség tekintetében is kedvező összetételű legyen. Ezzel magyarázható meg az, hogy a legtöbb felpiritolvasztásbeli salaknak aránylag nagy a  $\text{SiO}_2$ -tartalma (12. táblázat). Ha az érc — esetleg — kevesebb piritet tartalmaz, akkor lehetőség nyílik  $\text{FeO}$ -ban szegényebb, viszont  $\text{CaO}$ -ban dúsabb salak előállítására, ami a rézvesztések csökkentése szempontjából nézve szintén előnyös.

A felpiritolvasztási salakok kiszámításánál manapság a következő két alapvető feltétel betartására törekszenek: a  $\text{SiO}_2$ -tartalom 33–38% között legyen, a  $\text{CaO}$ -tartalom pedig ne legyen kisebb 5%-nál. A többi alkotórészre nézve nem szoktak határokat szabni, úgy hogy ezek a rendelkezésre álló érc összetételétől függő mennyiségben kerülnek a salakba. Néhány  $\text{CaO}$ -dal 30%-ig is felmennek (32%-ig terjedő mészkevelegítés mellett) azért, hogy a  $\text{SiO}_2$ -tartalmat csökkentse (12. táblázat). Nagyon agyagos ércetek esetében az  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -tartalommal 20,8%-ig felmennek (12. táblázat), azonban nem ajánlatos  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -ban ennyire dús salakokkal dolgozni, mert 12%-nál nagyobb mennyisége esetében a salak minősége rendszerint elromlik (viszkozusabb lesz), a kokszfogyasztás pedig megnövekszik.

Egyes kohók a felpiritolvasztásnak vízköpenyes aknásolvasztókban való lefolytatása során 38%  $\text{SiO}_2$ -nál dúsabb salakkal dolgoznak (12. táblázat), azonban nem tanácsos az ennyire savanyú salakok előállítása végett kvarcot bevinni. Az említett példák olyan kohókra illenek, amelyek nagyon savanyú ércet, vagyis sok főlős kvarcot tartalmazó elegyet sok bázikus pótlék felhasználásával dolgoznak fel. Általában véve a túlsavanyú, nehezen olvadó és erős túlhevítésre szoruló salakokkal való olvasztás nagyon emeli a kokszfogyasztást és csökkenti a vízköpenyes aknásolvasztó teljesíthetőségét.

#### G) A lángkemencében történő olvasztás salakjai.

A lángkemencében való olvasztásnál, az aknás-kemencében való felpiritolvasztáshoz hasonlóan, bármelyik szükséges hőmérséklet előállítható és majdnem minden ércet folyósító anyagok hozzáadása nélkül meg

lehet olvasztani, majdnem tetszés szerinti salakösszetétel mellett. Ezzel magyarázható a lángkemencében előállított salakok sokfélesége (12. táblázat).

A manapság rezes színporok olvasztására használatos lángkemencéket két főcsoportra lehet felosztani:

1. a kemence bázikus elegyet dolgoz fel és kvarcos pótlékra szorul; az utóbbi esetben sikerrel olvaszthatók be a kvarcban dús rézércetek, aranyban dús — szintén kvarcos — folyósító anyagok, stb.

2. a kemence savanyú elegyet dolgoz fel és bázikus elsalakító anyagra van szüksége (mészkeve, esetleg vas- és mangántartalmú ércetek).

A Szovjetunióban levő kohók közül az első csoportba az urali, a második csoportba a kazahsztáni kohók tartoznak. Az USA és Kanada legtöbb kohója az első csoportba való, az afrikai kohók a második csoportba tartoznak.

A gyakorlatban régen megállapítást nyert, hogy az elegyhez adott folyósító anyagok rosszul salakulnak el és pedig annál rosszabbul, minél darabosabbak. Az olvasztásnál lángkemencében az elegy fekszik és pedig, amint helyénvaló, a kemence lejtős oldalfalai mentén, hevítése pedig a felületről történik. A frissen berakott elegyrétegből, miután eléggé felhevült, első sorban a könnyebben olvadó komponensek, főleg a szulfidok olvadnak ki. A tiszta kvarcnak igen magas az olvadáspontja ( $1710^\circ \text{C}$ -nál),<sup>10</sup> úgyhogy a lángkemencében nem is olvad meg, hanem lassan a salakban oldódik fel. Tehát a salak annál hamarabb képződik, minél kevesebb nehezen olvadó komponens van az elegyben, minél apróbb szemű az elegy, főleg pedig a folyósító pótlék és minél kevesebb tiszta folyósítóval megy végbe az olvasztás. Egyébként úgy mondják, hogy az olvadás sebessége nem annyira a kemencében uralkodó hőmérséklettől és az elegy előkészítettségétől, hanem főleg az elegy összetételétől függ. Legelőnyösebb összetételű az önmagában olvadó elegy, amely tehát az olvasztás során minden folyósító nélkül könnyen olvadó salakot ad. Ilyen elegyet szem előtt tartva, a legtöbb kohó arra törekszik, hogy az esetleg mégis szükséges folyósító kvarcban dús, rezes, vagy aranyat tartalmazó, megfelelően megőrölt ércetek alakjában kerüljön alkalmazásba.

Annak a szükségessége, hogy minél kevesebb folyósítót használjanak, egyes kohókat arra kényszerít, hogy határozottan nem előnyös összetételű salakkal dolgozzanak. Erre szembevetendő példát nyújt a Krasznouralszkij-i kohó, amelynél az elegy nagyon dús vas-oxidulban és csak nehézségek árán tudják a salakban a megfelelő  $\text{SiO}_2$ -tartalmat biztosítani, — továbbá hasonló helyzetben van a Karszakupajszkij-i kohó, ahol viszont az elegy a bázikus elsalakító pótlék hiánya, illetőleg drágasága miatt igen sok kavasavat tartalmaz.

Ha a szélső eseteket nem vesszük figyelembe, akkor megállapíthatjuk, hogy azok a követelmények, amelyeket a hányóra adható lángkemencesalakokkal szemben támasztunk, körülbelül megegyeznek a felpiritolvasztás során nyert salakokra nézve már az előzőekben említett követelményekkel, — azonban az elsalakulásbeli réz-

<sup>10</sup> Technicseszkaja enciklopedija, 2. kiadás (1938), 10. kötet, 115. lap.



vesztések csökkentése végett rendszerint valamivel nagyobb kovasavtartalmú salakkal szoktak dolgozni. Végeredményben megállapíthatjuk, hogy a lángkemencésalakokat — szabályosan eljárva — elegendő egyetlen egy komponensnek — a rendszerint 35—42 %-ra rúgó — kovasavnak alapján számítani, ezt a számítást néha, 5%-on felüli CaO-mennyiség esetében, ennek a komponensnek a figyelembe vételével végzik el. A többi salakalkotó százalékos mennyiségét nem szorítják határok közé, hanem az elegy összetételéből adódik ki. Valamennyi előzőleg felhozott megfontolás végeredményben a lángkemencésalakokra nézve is érvényes.

A lángkemencében lefolytatott munka sikere nagy mértékben függ a benne feldolgozásra kerülő konvertersalakok összetételétől.

### H) Konvertersalakok.

A konvertersalakok összetétele alapján véve a konverterbe bevitt kvarc mennyiségétől és a konverter hőfokától függ.

Ha a konverterbe kevés kvarcot adnak, akkor vasas salak képződik, vagyis olyan, amelyik vasoxidban és különösen ferritben (mágneses vasoxidban,  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ -ben) dús. A kovasavtartalom növelése végett a konverterbe kellő mennyiségű, illetőleg minél tisztább, vagyis kovasavban minél dúsabb kvarcos folyósítót kell bejuttatni.

A konvertersalakokban lévő kovasav és a mágneses vasoxid között érdekes összefüggés figyelhető meg: A konvertersalak  $\text{SiO}_2$ -tartalmának növekedésével arányosan csökken a  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ -tartalom, emellett pedig a két komponens összege aránylag szűk határok (38—43 %) között ingadozik. A vonatkozó adatokról a 13. táblázat nyújt bővebb tájékoztatást.

13. táblázat. A konvertersalakok  $\text{SiO}_2$  és  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ -tartalma.

$\text{SiO}_2$ %	$\text{Fe}_3\text{O}_4$ %	$\text{SiO}_2$ %	$\text{Fe}_3\text{O}_4$ %
16	27,0	23	17,1
17	25,6	24	15,7
18	24,2	25	14,3
19	22,8	26	12,8
20	21,3	27	11,4
21	19,9	28	10,0
22	18,5		

A salak a 16%-ra rúgó  $\text{SiO}_2$ -tartalom mellett 27%  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ -t tartalmaz, a két komponensből összesen 43%-ot, —viszont 28%  $\text{SiO}_2$  mellett 10%  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  található benne, vagyis összesen 38%; a salak többi része főleg  $\text{FeO}$ , ennek mennyisége eléggé szűk határok (33—42 %) között mozog, sőt más források ennél is szűkebb határokról, 39—42 %-ról szólnak.

Az  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ -tartalmat a számításoknál, de a salak-elemzésénél a kémiai laboratóriumok is, nagyon gyakran nem veszik figyelembe, amikor az összes vasat  $\text{FeO}$ -ra számítják át. Ezzel kapcsolatban meg kell jegyezni, hogy az ilyen eljárás folytán a számításokba bizonyos pontatlanság kerül be és a konverterbe bejuttatandó levegő mennyisége is kevesebbnek adódik ki.

A hőfoknak a salakok összetételére gyakorolt hatása teljes pontossággal meg van állapítva: minél magasabb a konverterben a hőmérséklet, annál nagyobb a salak kovasavtartalma (feltéve, hogy elegendő mennyiség van belőle a konverterben). A konverter hideg járata mellett a kvarcfelesleg úszik a salak tetején és nem oldódik benne. Ez a jelenség a vasoxidulázilát ( $2\text{FeO} \cdot \text{SiO}_2$ ) képződéséhez szükséges, mintegy 1230 °-os hőfokmagasság elérésével magyarázható; ha a konverterben a hőmérséklet ennél alacsonyabb, akkor inkább vasoxiduloxidot ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) kapunk, viszont ha a hőfok (a fújtatás vége felé) 1230° fölé emelkedik, főleg a fayalit ( $2\text{FeO} \cdot \text{SiO}_2$ ) képződik. A műveletnek ebben a szakaszában (a fújtatás vége táján) a mágneses vasoxidot kovasav jelenlétében a ferroszulfid gyakran ferrooxidá redukálja:



Ez a reakció csak magas hőfokon megy végbe,<sup>11</sup> következésképpen a kezdetben képződött mágneses vasoxidból annál kevesebb marad meg, minél magasabb hőfokon fejeződik be a fújtatás.

Az előadottakból kitűnik, hogy a salakoknak a konverter belsejében, nagyobb mennyiségű kovasavval való kikészítéséhez a konverternek nagy hőfokon kell lennie, aminek folytán egyrészt aránylag kevés vas oxidálódik mágneses oxidá a fújtatás kezdetén, másrészt lehetővé válik az előbb képződött mágneses vasoxidnak a fújtatás végén való elbontása. Ebből pedig az következik, hogy a gyakorlatban előállítható konvertersalakösszetételek (14. táblázat) bármelyikének előállítását tervbe lehet venni, azonban a kívánt salakösszetétel kinyerését csak úgy lehet biztosítani, ha a műveletnél meghatározott rendszert tartunk be. Ha a konverter nincs teljesen megtöltve és soká kell várakoznia a kellő mennyiségű kéneskövel való megtöl-

14. táblázat. A konvertersalakok százalékos összetétele.

Az üzem neve	Cu	$\text{SiO}_2$	Fe	$\text{Al}_2\text{O}_3$	CaO	MgO
Kozaka	3,0	15,8	53,9	1,05	—	0,22
Majami	2,5	18,5	56,5	2,02	0,43	—
Kalatinzsk	2,1	22,2	52,5	2,45	0,44	—
Karabas	1,6	20,2	55,4	1,84	0,45	0,31
Karszakpajszk	2,1	25,3	49,0	1,66	1,00	0,20
Noranda	2,0	27,8	48,0	—	—	—
Copper Queen	2,4	26,9	49,5	3,0	0,3	—
Nevada	1,5	29,2	45,6	—	—	—
Rio Tinto	3,2	12,6	60,7	0,83	0,35	0,52
Falconbridge	3,0	18,2	49,4	—	—	—
Falconbridge	1,5	24,1	49,0	—	—	—

térsre, akkor annak járata hideg lesz és nem termel magas kovasavtartalmú salakot. Ilyen alacsony kovasavtartalmú salakok — egyébként — bármilyen konverterjárat mellett is keletkeznek, ha a konverterbe kevés kvarcot adagolunk. Ebben az esetben a vasból nem fayalit ( $2\text{FeO} \cdot \text{SiO}_2$ ) képződik, hanem mágneses vasoxidá-oxidálódik (13. táblázat), a salakok pedig vasasak, viszkózusak és nehezek, mindezek folytán pedig rézben dúsak lesznek.

<sup>11</sup> V. J. Szmírnov: Otrazsatelnaja plavka, 1941.



Ha az érceket a konvertersalakokkal vízköpenyes aknás kemencékben olvasztjuk, akkor az imént említett, vasban dús konvertersalakok termelődésének nincs különös jelentősége. Végeredményben, ha az aknás olvasztó elegye kvarcos pótlékra szorul, akkor kvarcban dús konvertersalak adagolása révén kvarcos pótlékot takarítunk meg és bizonyos mértékig könnyítünk a kemence járatán; viszont, ha kvarcban dús elegyet kell olvasztanunk, amely bázikus pótlékot igényel, akkor kvarcban szegény, bázikus konvertersalaknak az aknás olvasztóba való beadása által a bázikus elsalakító pótszükségletet csökkentjük és — következőképpen — kedvező eredményt érünk el.

A konvertersalak kihűlt állapotában — pl. vízköpenyes aknás kemencében — olvasztva nagyon könnyen olvad, függetlenül összetételétől; a ferritek messzemenőleg redukálódnak, a salak réztartalmát könnyen leadja, a hányóra kerülő salak nem lesz dúsabb rézben és olyan eset is van (ilyen pl. a  $\text{MgO} \cdot \text{SiO}_2$ -típusú, nehezen olvadó ércalkotók jelenléte), amikor a kihűlt konvertersalaknak az elegybe való juttatása kedvező hatással van az aknáskemencében folyó olvasztásra.

Egészen más kép adódik akkor, ha a konverter-salakot folyékony állapotban lángkemencében dolgozzuk fel. Amint prof. V. J. Szmirnov<sup>12</sup> és prof. Ch. K. Avjetiszan<sup>13,14</sup> részletekbe menő vizsgálataikkal megállapították, a kvarcban szegény konvertersalakok nagy magnetittartalmuk és nagy fajsúlyuk miatt a lángkemence üzemét többféle módon megnehezítik és pedig végül azzal is, hogy a hányóra szánt, rendes salak alatt külön folyékony réteg alakjában helyezkednek el. Tehát figyelembe kell venni azt a megállapítást, hogy ha a folyékony konvertersalakot lángkemencében kell szabályszerűen feldolgozni, akkor annak legalább 25%  $\text{SiO}_2$ -t kell tartalmaznia, vagyis más szóval a konvertereket meglehetősen forrón és kellő kvarcfelesleggel kell járatni.

Az eddig előadottakból következik, hogy a kohó-üzem rendes menetének biztosítása végett a konverter-salak összetételét számítás útján kell meghatározni, amikor a következő feltételeket kell szem előtt tartani:

a) ha az aknás olvasztó bázikus eleggyel dolgozik (piritolvasztás, norvégolvasztás és a felpiritolvasztásnak néhány esete kvarcban szegény eleggyel), akkor a konvertersalak  $\text{SiO}_2$ -tartalma legalább 22%-ra rúgjon, vagy még inkább 24%-ra;

b) savanyú aknáskemenceelegy esetében (felpiritolvasztás kvarcban dús eleggyel, bázikus elsalakító-pótlékkal) a konvertersalak 18–20%  $\text{SiO}_2$ -t tartalmazzon;

c) folyékony konvertersalaknak lángkemencében való feldolgozása esetén (a kemenceelegy összetételétől függetlenül) a bevitt salaknak legalább 25% (vagy még inkább 28%)  $\text{SiO}_2$ -t kell tartalmaznia.

A konvertersalak többi komponense közül a legfontosabb a vas. A salak vastartalma egyrészt a salak kovasavtartalmától függ (minél több ez a kovasav, egyéb azonos körülmények között, annál kisebb a vas-

tartalom), másrészt a kvarcos folyósító tisztasága is befolyással van rá. Minél tisztább kvarcpótlék kerül a konverterbe, annál kevesebb idegen alkotó ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{CaO}$  és egyéb) megy át a salakba és ennek összetétele annál jobban megközelíti a tiszta fayalitból ( $2\text{FeO} \cdot \text{SiO}_2$ ) és magnetitből ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) álló fürdő összetételét. Mégis abban az esetben, ha kvarcban dús rézérc, avagy erősen kvarcos, aranytartalmú folyósító anyag áll rendelkezésre, nagyon is célszerű ilyeneket adni a konverterbe az ilyen értékes alkotórészeket nem tartalmazó tiszta kvarc helyett. Ha idegen anyagokkal erősen szennyezett kvarcos folyósítót alkalmazunk, akkor az idegen részeket a konvertersalak veszi fel, emiatt csökken a salak vastartalma, a salak mennyisége növekszik, kvarcban dús konvertersalakot pedig nem lehet előállítani.

A vas egyik része  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ -alakjában van a salakban. Mennyisége hozzávetőleg a 13. táblázat alapján — a  $\text{SiO}_2$ -tartalom ismeretében — állapítható meg. A vas többi részéről pedig, kénhez —  $\text{FeS}$  alakjában — kötött jelentéktelen mennyiségét figyelembe nem véve, a számításoknál feltesszük, hogy teljesen vasoxidul ( $\text{FeO}$ ) alakjában van jelen. Nagyjából való, tájékoztató számításoknál az összes vasat  $\text{FeO}$ -ra is szokás átszámítani, tehát a magnetit és az  $\text{FeS}$  vastartalmát is  $\text{FeO}$ -alakjában jelenvalónak tekintik, az összes vastartalomra nézve pedig körülbelül 45–52%-os értékek adódnak.

A konvertersalakok egyéb alkotói az előzetes számításoknál rendszerint nem játszanak szerepet, hanem csak akkor vesszük őket számításba, amikor az eljárás mérlegét összeállítjuk és ellenőrizzük.

A rézkohók a normális konvertersalakon kívül olyan konvertersalakokat is termelnek, amelyeket már a feketerézfürdőről öntenek le. Ezek a salakok néha annyira viszkózusak (sőt néha nem egyebek, mint folyékony salakmázzal bevont kemény rögök), hogy a konverterből csak úgy távolíthatók el, ha ezt szájával lefelé fordítjuk, avagy ha ezeknek a salakoknak normális salakokká való átalakítása végett a konverterbe friss kéneskövet töltünk. Ezek a salakok, miután a fújtatás műveletének második szakaszában, a nyersrézre való fújtatás során képződnek, mindig nagyon dúsak rézben; éppen ezért magában a konverterben dolgozzák át őket normális salakokká. Ezeknek a salakoknak, még ha le is öntik őket a feketerézről, magukban véve nincs jelentőségük és a konverterüzemek anyagmérlegének számításánál egyáltalán nem veszik őket figyelembe.

A konvertersalakok réztartalma nemcsak összetételüktől függ, hanem egyrészt annak a kéneskőnek a réztartalmától, amelyről leöntik őket, továbbá a leöntést megelőző időtartamától, a salakleöntést végző munkások pontosságától és még sok más egyéb körülménytől. A konvertert forrón járatva, kovasavban dús konvertersalak termelődése mellett, a salakleöntés előtt a fürdőt — a kéneskőcseppek leülepedése végett — legalább 5 percig pihentetve és nagyon jól képzett munkásszeméllyel dolgozva sikerült mindössze 0,5%  $\text{Cu}$ -t tartalmazó konvertersalakokat termelni. Azonban számításoknál a konvertersalakok réztartalmát rendszerint 1,5–2,5% határok között szokták felvenni.

<sup>12</sup> V. J. Szmirnov: Otrazsatel'naja plavka, 1941.

<sup>13</sup> Ch. K. Avetisjan: Metallurgija medi, 1943.

<sup>14</sup> Szbornik naucno-issledovatel'szkih rabot Karabasszkogo medepilavil'nogo zavoda, 1936



## J) A tűzben végzett raffinálás salakjai.

A nyersréznek, vagy másik nevén, feketeréznek tűzben való raffinálásánál a raffináló kemencébe nem szoktak folyósítót adagolni. Ezért azután ez a salak főleg a rézoxidnak ( $\text{Cu}_2\text{O}$ ) a kemence-teknő oldal-falai kvarcosanyagával való elsalakulásából származik; a kemencetálnak ezt a részét a művelet befejezése után mindannyiszor megújítják. A salakba a feketeréz szennyezőinek oxidjai is bemennek. Ez a körülmény azután érthetővé teszi a tűzben való raffinálás salakjainak alább vázolt sajátosságait:

1. A salakok összetételét sohasem szabályozzák, se nem számítják. Az anyagmérleg összeállításánál — gyakorlati üzemi adatok alapján, hasonló rézminőségeket szem előtt tartva — a számítás alá vett körülményeknek megfelelő átlagos salakösszetételt, átlagos salakkihozatalt vesznek alapul. Az egész számítás csak arra szolgál, hogy a kiinduló adatok helyességét az elemek mérlegszerű összeállításával ellenőrizzék.

2. A salakok összetétele, még ha ugyanabban a kemencében, ugyanannak a rézminőségnek a raffinálásánál lettek volna is előállítva, igen nagy ingadozást mutat. Epen ezért általában véve csak nagyon is átlagos salakösszetételek szoktak a számításoknál szerepelni.

3. A salakkihozatal egyáltalán nincs összefüggésben a berakott réz súlyával, hanem a különböző olvasztások szerint, még egyébként azonos körülmények között is erősen ingadozik.

4. A salak jellege teljesen a raffináló kemence teknőanyagának minőségétől függ. Ha a teknőt kvarcos anyagból égették be (savanyú), akkor a salakot általában véve savanyúnak szokás nevezni, még abban az esetben is, ha kevés  $\text{SiO}_2$  van benne. Bázikus (magnezites) teknőben kevesebb bázikus salak képződik, de ez viszont több rezet tartalmaz. A salakok — és pedig mind a bázikusak, mind a savanyúak — a kémiai kötésben levő ( $\text{Cu}_2\text{O}$ -alakú) rézen kívüli mindig tartalmaznak egy csomó mechanikailag, reguluszok alakjában elkeveredett színrezt.

Tájékoztató számítások számára a raffinálási salakok összetételét illetőleg az alábbi adatokból lehet kiindulni:

Savanyú salakok (kvarcos kemencetknő) <sup>15</sup>:

Kovasav . . . . .	15—40 %
Réz, kémiaiilag kötve . . . . .	28—34 %
Réz, reguluszok alakjában . . . . .	7—11 %
Vas . . . . .	5—10 %

Bázikus salakok (magnezites kemencetknő):

Kovasav . . . . .	5—10 %
Réz, kémiaiilag kötve . . . . .	40—50 %
Réz, reguluszok alakjában . . . . .	10—19 %
Vas . . . . .	5—10 %

## K) A nikkelolvasztási salakok.

A rézércolvasztási salakokra vonatkozó valamennyi ismeret a nikkelércolvasztási salakokra is érvényes, akár oxidos, akár szulfidos ércből is állítjuk elő azokat. A salak valamennyi fontosabb alkotója ugyanolyan befolyást gyakorol a salak fizikai

tulajdonságaira (olvadáspont, viszkozitás, stb.), a fémveszteségek is ugyanolyanok, akár nikkelérc-, akár rézércolvasztási salakokról legyen szó. Például a salak  $\text{FeO}$ -tartalmának a növelése csökkenti annak az olvadáspontját, viszont növeli az elsalakulásból származó nikkelveszteséget.

A rezet-nikkel tartalmazó szulfidos ércnek vízköpenyes aknásolvasztóban való olvasztását ugyanolyan salakösszetétel mellett ajánlatos lefolytatni, mint amilyent a rézérc felpirítolvasztásánál alkalmazunk (33—38%  $\text{SiO}_2$  és legalább 5%  $\text{CaO}$ ), mivelhogy ez az olvasztás teljesen azonos a felpirítolvasztással és a pirrhotinnak az ércben való jelenléte miatt az igen nagymértékű kéntelenítést kerülni kell.

A nagyon kvarcos-oxidos nikkelérc olvasztásánál 38—44%  $\text{SiO}_2$ -t tartalmazó salakot ajánlatos termelni.

Minél kevesebb  $\text{Al}_2\text{O}_3$  van az ércben, annál több  $\text{SiO}_2$ -t lehet a salakban megengedni. Durva tájékoztatásul annyit lehet mondani, hogy az  $\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3$ -ból álló összeg ne haladja meg az 50%-ot, de az  $\text{SiO}_2$ -tartalom ne szálljon 35% alá még az  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -ban dús (max. 20%) salakokban sem.

A salak a ferronikkelképződés fokozódásának elkerülése végett a  $\text{FeO}$ -ból ne tartalmazzon többet 25%-nál (vagy még előnyösebben 20%-nál). Minél alacsonyabb a  $\text{FeO}$ -tartalom, annál forróbban és annál gyorsabb ütemben lehet az olvasztás műveletét vezetni, de azért a salakok — azonos körülmények között — annál szegényebbek nikkelben, minél kisebb bennük a  $\text{FeO}$ -tartalom. A salak  $\text{FeO}$ -tartalmának még megengedhető alsó határa 14% körül van.

A  $\text{CaO}$ -tartalommal nem ajánlatos 30% fölé menni. Ha az érc aránylag sok  $\text{MgO}$ -t tartalmaz, arra kell törekedni, hogy a salak ne tartalmazzon sok  $\text{CaO}$ -t, és pedig a  $\text{CaO} + \text{MgO}$ -ból álló összeg ne legyen nagyobb 36%-nál. A  $\text{CaO}$ -ra nézve megengedett határok 20—25%-nál vannak.

A szulfidos nikkelércnek és színporok lángkemencében való olvasztásánál a salakösszetételt épen úgy kell megválasztani, mint a rezes anyagok hasonló módon való olvasztásánál szokás. Az elektrokemencék salakjainak összetétele rendszerint csaknem teljesen a nyersércben foglalt meddő anyag összetételétől függ, miután az ércnek és színporoknak elektromos kemencében való olvasztása rendszerint folyósító anyagok hozzáadása nélkül megy végbe, avagy aránylag nagyon kis mézsközpótlás mellett.

A konvertersalakok szintén ugyanolyanok, mint a rézkohászatban, azonban mégis arra törekszenek, hogy lehetőleg minél több  $\text{SiO}_2$ -t tartalmazzanak (a konvertert forrón járatják), főleg finomkéneskőre való fújtatás esetében, amikor a vastartalom csökkentése a művelet célja.

A különböző nikkelércolvasztási salakok összetételéről a 15. táblázat tájékoztat.

## L) Az ónkohászati salakok összetétele.

Az ónkohászati salakok összetételének a megválasztásánál a kassziterit ( $\text{SnO}_2$ ) redukálásával járó nehézségeket kell figyelembe venni.

Azokból a vizsgálatokból, amelyeket a  $\text{CaO}$ -nak és a  $\text{SiO}_2$ -nek az  $\text{SnO}_2$  redukálására gyakorolt hatására vonatkozólag végeztek, kiderült, hogy a  $\text{CaO}$ -adago-

<sup>15</sup> N. B. Diev i D. A. Kroneberg: Ognevoe rafinirovanie medi, 1941.



15. táblázat. A nikkelércolvasztási salakok összetétele

Az olvasztás jellege	Ni	SiO <sub>2</sub>	FeO	CaO	Cu	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	S
	százalék							
Oxidos ércek olvasztása vízköpenyes aknáskemencében	0,1 0,2	35—40	20—25	25—25	nincs	10—13	4—7	—
„ „	0,12	42	17	18	„	?	12	—
„ Szmirnov adatai szerint	0,10— 0,2	42—44	14—16	20—26	„	6—8	12—16	—
Szulfidos ércek olvasztása vízköpenyes aknáskemencében (Kanada)	0,19	39	39	4,3	0,13	7—8	2—9	1,9
„ „	0,22	35,8	38	6,5	0,12	12,6	—	1,0
„ „	0,12	38,7	37,5	5,35	0,08	10,8	3,0	1,3
Szinporok olvasztása lángkemencében (Kanada)	0,10	36	51,5	3,0	0,8	6,0	—	1,5
„ „	0,30	35	51	1,25	0,20	6,1	1,56	1,75

lás a sztabilis kalciumsztannát (CaO · SnO<sub>2</sub>) képződés miatt nehezíti az SnO<sub>2</sub> redukálódását, viszont SiO<sub>2</sub>-adagolás esetében a könnyen olvadó ónszilikát (SnO · SiO<sub>2</sub>) képződése hátráltatja az SnO redukálódását.

Eppen emiatt a még leginkább kíváncsatos salakokat a mérsékelt szilikátfokozat, rendszerint 1—1,25 jellemzi.<sup>16</sup> Az ércolvasztás céljaira körülbelül a következő összetételű szinguloszilikát-salak típus a legjobb: 33% SiO<sub>2</sub>, 28% FeO, 28% CaO.

F. M. Loskutov<sup>17</sup> sok száz szovjet származású ónos salakot szedett rendszerbe a szilikátfokozat alapján és megállapította, hogy a kvarcos ónszinporok olvasztásánál az ónvesztések csökkentése érdekében nagyon savanyú (biszilikátos) salakokkal dolgoznak, pedig minél savanyúbbak a salakok, annál dúsabbak ónban. Ezeknek az ónos salakoknak az összetétele a 16. táblázatban van összeállítva. Ugyanerre a következtetésre jutottak annakidején prof. V. A. Vanjukov, prof. N. N. Muracs és Markarov mérnök<sup>18</sup> az onon-szkiji ónos szinporok olvasztásának kérdése ügyében folytatott laboratóriumi vizsgálatok eredményei alapján.

16. TÁBLÁZAT

Lángkemencében olvasztott ónos szinporok salakjainak százalékos összetétele.

Az olvasztás ideje 1%4L. év hónap	A salak átlagos összetétele						FeO;CaO	A számítások alapján szolgáltató elemzések száma
	1	2	3	4	5	1-5 össze- sen		
	Sn %	SiO <sub>2</sub> %	FeO %	CaO %	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	SiO <sub>2</sub> (FeO+CaO) %		
I	11,6	33,7	20,80	11,2	5,5	82,8	2,30	1,85:1 34
II	12,0	30,9	18,32	10,5	8,5	80,2	2,35	1,74:1 100
III	9,9	28,5	25,00	7,0	10,8	81,2	2,00	3,57:1 124
IV	11,0	31,1	24,4	7,2	10,0	83,7	2,20	3,58:1 33
V	9,1	31,2	28,6	8,8	9,0	86,7	1,87	3,25:1 55
VI	9,6	28,5	26,0	8,2	10,3	82,6	1,94	3,17:1 20

<sup>16</sup> N. N. Muracs: Vüteszenie olova iz olovjannüh slakov v. forme szulfidov, 1940.

<sup>17</sup> F. M. Loskutov: Szizsenie poter cvetnüh metallov sz otvalnüh slakamü, Metallurgizdat, 1943.

<sup>18</sup> Cvetnüh Metallü, 1933. 10. szám.

Nem szovjet származású ónos szinporok olvasztásánál előállított salakok összetételét a 17. táblázat mutatja be.

Az ón a salakokban szilikátok és különböző fémek szttannátjai alakjában van jelen, továbbá bizonyos ónmennyiség mint SnO<sub>2</sub>, SnO és Sn van a salakokban feloldva. Ezeknek az alkotóknak az ónsalakokban való oldhatóságára vonatkozólag kísérleti számszerű adatok nem állnak rendelkezésre. Feltételezhető, hogy az oldhatóság annál nagyobb, minél hígabban folyók a salakok és minél jobban túl vannak hevítve.

17. táblázat. Külföldi ónszinporok olvasztásánál képződő salakok százalékos összetétele.

A salak megnevezése	SiO <sub>2</sub>	FeO	CaO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Sn
Szinporolvasztási salak	16—50	55—15	1—28	2—16	6—26
Aknáskemencében végzett olvasztás salakja	38—40	22—28	38—40	—	8—10
Ugyanaz, de jobb az összetétel	33	38	28	—	8—10
Az elsősalak átolvasztásánál nyert salak	24—35	40—15	30—18	—	1,5—3
A vasas ón olvasztásánál nyert salak	25	35	1	—	2,5

A szinporok olvasztásából származó valamennyi salak nagy mennyiségű ónt visz magával mechanikailag tovaragadott fémes öncseppek alakjában. Ennek a mechanikailag elkeveredett ónnak a mennyisége elsősorban a salak viszkozitásával van egyenes arányban.

A nagyon savanyú, következésképpen tehát viszkozus salakok azért dúsak ónban, mert bennük sok egyrészt az elsősalakult, másrészt a csekély folyékonysággal rendelkező, nyúlós salakban elkeveredett ón. Emiatt azután az ónossalakok esetében a salak viszkozitásának rendkívül nagy jelentősége van. A salakok összetételének a megválasztásánál nemcsak arra kell figyelemmel lenni, hogy olvadáspontjuk a műveletnek megfelelő legyen, hanem hogy ne legyenek túlságosan viszkozusak.



## Alumínium pigmens hazai kísérleti gyártásának összehasonlítása külföldi és egyéb eljárásokkal

HAUSKA MIKLÓS

Миклош Хаушка:

### Сравнение опытного производства венгерских алюминевых красок с другими способами.

A pirotechnika és festékipar külföldön az elmúlt világháború alatt fokozott követelmények elé állította a fémipart. Az akkori politikai és gazdasági helyzetnek megfelelően Közép-Európában a fémipar gyártást Németország tartotta kézben és csak az ő irányítása alatt folyhattak kísérletek ennek tökéletesítésére. Ilyen körülmények között érthető, hogy Magyarországon az alumínium hazájában, csak a felszabadulás után indulhatott meg az alumínium por-ipar megteremtését célzó kísérletezés.

Ezen próbálkozások és az eddigi eredmények ismertetése előtt az általában ismert külföldi eljárásokat fogom leírni.

Különbséget kell tegyünk festékcélokra felhasznált (alumínium pigmens, vagy bronz) és más ipari célokra gyártott (piroalumínium, alumíniumgríz, granália és por) alumíniumporok között, miután a velük szemben támasztott követelmények is eltérőek.

Festék célokra aránylag durva szemcséjű fémalumíniumból indulnak ki. Ezt első lépésben lapítással egybekötött előaprításnak vetik alá, vagdalással, vagy zúzással. Második lépésben ebből az állapotból az anyagot a végleges szemcseméret eléréséig, vagy ugyancsak zúzzák, vagy megfelelő berendezésekben őrlik. A szemcseméretén kívül lényeges a fémszemcsék lemezességének biztosítása, mely a pigmens tulajdonság előfeltétele. Végezetül a lemezes szemcséket megfelelő berendezésekben polírozzák a fémes csillogás elnyerése végett. Tehát a pigmenssel szemben támasztott követelmények a következők: szemcse méret 20–80  $\mu$ ; szemcsealak lemezes; fémes csillogás; jó fedőképesség; zsírosító anyag 3% alatt és minél nagyobb fémalumínium tartalom.

Pirotechnikai és egyéb ipari célokra zsírmentesített, lehetőleg minél nagyobb fémtartalmú alumíniumport állítanak elő. Ennek szemcsemérete a felhasználástól függően 1  $\mu$ -tól granáliáig változhat. Az így kapott végtermék egyben az alumínium pigmens nyersanyaga is lehet. Amennyiben az alumíniumpor szemcse-súlya elérte a pigmens szemcse súlyát, úgy az átalakítási művelet, minden további aprítás nélkül egyszerűen az egyes szemcsék ellapításából áll. Természetesen amennyiben az alumíniumszemcse az előműveletek folytán lemezes alakú lesz, úgy ez pirotechnikai és egyéb ipari célokra is minden további nélkül felhasználható. Az alkalmazott gyártási eljárástól függően, a kiindulási nyersanyag lehet alumíniumtömb, vagy alumíniumfólia.

Az alumíniumporok előállítása általában 2 alapelv szerint történhet.

A leggyakrabban használt és külföldön mindenütt bevezetett eljárás az alumíniumfémnek kalapálással történő porítása, az ún. zúzás (az angol leírások szerint stamping). Itt a kiindulási nyersanyag lehet alumíniumfólia, melyet előzőleg különleges

vágóberendezéseken aprítanak fel, vagy alumíniumgranália, ill. gríz. Ezt fokozatosan tovább zúzzák különböző méretű és súlyú kalapácsokkal ellátott zúzógépeken a kívánt szemcseméret eléréséig. Különlegesen finom szemcséjű pigmens esetében a végső aprítást különleges golyósmalmokban végzik. Ha az anyagot pigmens célokra kívánják felhasználni, akkor végezéssel zsírosítók hozzáadása mellett, lószórkefékkel polírozzák. Ha pirotechnikai (pl. piro lemezes por), vagy egyéb ipari célokra használják fel, akkor végső műveletként zsírtalanítják.

A zúzás, mint alpművelet az összes gyártó cégeknél azonos, különbség a technikai kivitelezésben észlelhető. Pld. egyes cégek kezdetben nyitott zúzóegységekben végzik az aprítást és csak a finom aprítást hajtják végre zárt rendszerben. Magát a zúzást általában valamilyen zsírozó anyag mellett végzik el, miután egyes vélemények szerint, ez csökkenti a robbanási veszélyt, másrészt elősegíti a szemcsék felaprózódását. Ugyanakkor más cégek ezt kimondottan veszélyesnek minősítik és szívesebben dolgoznak zsírtalanított anyaggal. Ugyancsak eltérés tapasztalható az anyag mozgatásánál, t. i. egyes vállalatoknál egyik zúzóegységtől a másikba az anyagot kézi erővel viszik át, más helyeken ezt pneumatikusan végzik. Különbség mutatkozik az alkalmazott atmoszférában is. Egyes helyeken az aprítást teljesen zárt rendszerben, máshol levegő beszívás mellett, vagy nitrogén atmoszférában és ismét máshol védő oldat alatt végzik el.

Az alkalmazott zúzó berendezések működési elve lényegében azonos. Eltérés azok méretében és hatáskörében mutatkozik. Az alábbiakban ismertetem az egyik zúzó berendezéseket gyártó cég (F. Sporer) által készített 3 különböző típusú zúzó gép műszaki adatait.

*P. típus.* 4–8 mm-es szemcseméretig aprít.

Nyitott 18 kalapácsos zúzóegység. Kalapács:  $\varnothing$  85 mm, hossz 1320 mm, súly 80 kg. Kalapácsütések száma 52/perc, felfogó tányér fordulatszáma 104/perc. Összsúly 8550 kg, lóerőszükséglet 4 HP.

*P. P. típus.* 1–2 mm-es szemcseméretig aprít.

Zárt rendszerű 12 kalapácsos zúzóegység. Kalapács:  $\varnothing$  60 mm, hossz 1380 mm, súly 45 kg. Tányérfordulat és kalapácsütések száma 75/perc. Összsúly 2480 kg, lóerőszükséglet 2 HP.

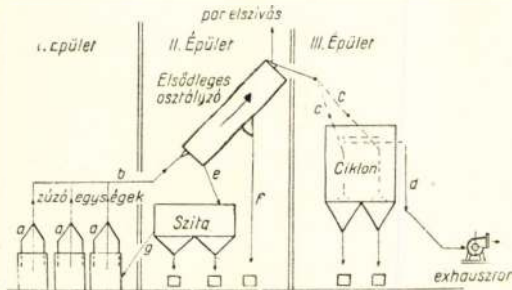
*FD típus.* Finom por aprítására.

Zárt rendszerű 28 kalapácsos finom zúzóegység. Kalapács:  $\varnothing$  55 mm, hossz 1270 mm, súly 34 kg. Kalapácsütések száma 70/perc. Felfogó tányér fordulatszáma 140/perc, levegő elszívásra berendezve. Összsúly 4480 kg, lóerőszükséglet 3 HP.

Meg kell még említeni az egyes zúzóberendezéseknél alkalmazott szítarendszereket is. Ezekkel a túlaprítást igyekeznek kiküszöbölni. Miután azonban a lemezes struktúra gyorsan tönkre teszi a szítaszövetet, a gyártó cégek ezt többnyire szélesztályozással helyettesítik. Ugyancsak fontos tényező az elszívó



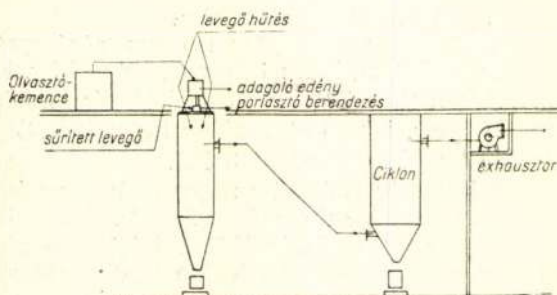
rendszer is. Ennek 3 fő hivatása van: a robbanási lehetőség csökkentése, a porzás megszüntetése és a túllörés megakadályozása. Végül különös gondot fordítanak a polírozás technikájára, az ott felhasznált zsírosító anyagra (sztearinsav-oliva olaj) és a polírozás időtartamára, mely mind döntő befolyással van az alumínium pigmens minőségére.



1. ábra. Zúzással dolgozó üzem gyártási vázlata.

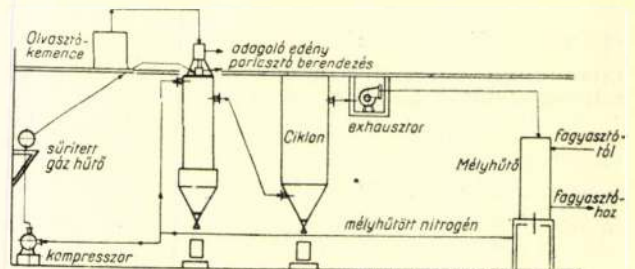
A második eljárás az olvasztott alumínium porlasztásával dolgozik. Ezen csoporton belül először a granulált alumíniummal kívánok foglalkozni, mely az előzőekben kitárgyalt zúzási eljárás egyik alapanyaga. Maga a granulálás olyképpen történik, hogy a megolvasztott fémek vékony sugárban, erősen hűtött és sebesen forgó fémlapra folynak. Erről az alumínium, granália formájában szóródik szét, a megfelelő tartályba. A grízfinomságú és annál finomabb alumíniumport, külföldön mint atomizált alumíniumot ismerik. Az alumíniumtömböket rendes olvasztókemencékben megolvasztják, majd innen átfolyatják a porlasztó kemencébe. Ebből a megolvadt fémét sűrített levegővel, inert-gázzal, vagy magasnyomású túlhevített vízgőzzel porlasztják különleges porlasztó fejek segítségével. A porlasztó térből a száraz eljárásnál többnyire vákuum rendszerrel viszik át a fémport a feldolgozás következő helyére. Vízgőz porlasztásnál a fémszemcsék vízbe hullanak, ezután szűrés vagy üleptetés és szárítás következik. Itt igen lényeges a víz hőmérséklete, mert ennek túlszárítása esetén robbanás következhet be, továbbá az alumíniumpor oxidációjának mértéke túllépheti azt a határt, melyen felül már nem alkalmas sem pirotechnikai, sem egyéb célokra. Az előbbi okok miatt ugyancsak fontos a szárítási folyamat kellő ellenőrzése is. Jól vezetett üzemmenet mellett, a porlasztott alumínium fémtartalma 91–92%. (Indulási anyag 93–94%.)

Meg kell még említeni azon próbálkozásokat is, melyek alumínium port őrléssel szándékoznak előállítani. Az idevonatkozó irodalmi adatok megéhe-



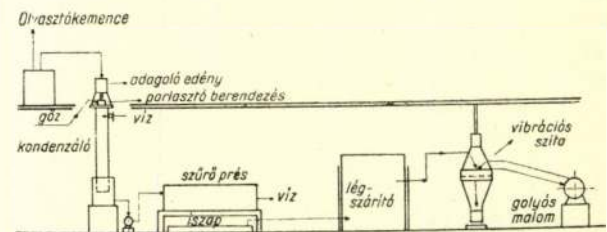
2. ábra. Levegőporlasztásos eljárás gyártási vázlata.

sen ellentmondóak. Egyes külföldi cégek határozottan állítják, hogy az általuk lefolytatott őrlési kísérletek nem vezettek semmilyen eredményre. Ugyanakkor köztudomású, hogy pl. az Eckhardt cég több különleges golyósmalmot alkalmaz üzemében egészen kü-



3. ábra. Nitrogén porlasztásos eljárás gyártási vázlata.

lönleges alumíniumporok gyártásához. Hasonlóan ismert az USA nedves és száraz őrlési eljárása is. Minden esetre megállapítható az, hogy a pillanatnyi törekvés iránya az őrlés bevezetése, miután ez mind üzembiztonsági, mind gazdasági szempontból több nehézségre megozdást jelent.



4. ábra. Vízgőz porlasztásos eljárás gyártási vázlata.

A külföldi gyártási eljárásokat és azok fejlődési irányát szemlélve azt tapasztaljuk, hogy két döntő tényező jön számításba. Egyik az alumíniumpor robbanási veszélye, amely miatt a kísérletek a gyártási eljárás veszélyességét igyekeznek kiküszöbölni, a másik kérdés az önköltség alakulása, melynek csökkentésére törekkenek az összes adott lehetőségek igénybe vételével.

Főképpen két szempont figyelembevételével indította meg 1943-ban a Norddeutsche Affinerie alumínium őrlési kísérleteit, egy újrendszerű vibrációs golyósmalmmal. Egyrészt így kívánja megvalósítani, az USA-ban már régebben alkalmazott és bevált nedves őrlést (teljesen üzembiztos), másrészt a gőzporlasztásos eljárással meglehetősen olcsón előállított finomszemcséjű port veti alá vibrációs őrlésnek, kiküszöbölve a zúzásos eljárás viszonylag költséges műveletét.

Ezek után, ha a pillanatnyi hazai helyzetet és lehetőségeket vizsgáljuk, megállapíthatjuk, hogy az első próbálkozások a felszabadulás után indultak meg. 1946-ban a kísérletsorozat egy robbanás következtében félbeszakadt. Az eljárás lényege és az elért eredmények előttem ismeretlenek.

1949-ben újabb laboratóriumi méretű kísérletsorozat indult, mely a fentebb vázolt nitrogén porlasztásos eljárás alapján kívánt célhoz érni. Az itt elért eredmények alapján folyamatba tették az első kísérleti üzem megépítését. Itt mind a megolvasztott



alumínium porlasztása, mind a továbbiakban az atomizált alumínium őrlése és végül a lemezes termék porlózása zárt rendszerben, nitrogén atmoszférában megy végbe. Ez biztosítja azt, hogy menet közben robbanás nem fordulhat elő. Azonban nem nyújt biztosítékot arra vonatkozólag, hogy amikor a kész termék a rendszerből kikerül és a levegővel érintkezik, nem fog-e robbanni. Továbbá az egységes zárt rendszer másik veszélye az, hogy bármely pontján tűz, vagy robbanás lép fel, úgy ez az egész rendszeren végig szalad és ennek következtében a teljes berendezés elpusztul és a baleseti lehetőség is meghatározódik. A porlasztásos eljárásnak megvan az a hátránya is, hogy csak bizonyos mennyiséget kap vissza por alakban a fémalumíniumból, míg a többi összeolvadt granátiává válik. Az eddigi kísérletek eredményei alapján kb. 30% lenne az, amit pigmensre fel lehet dolgozni. Természetesen ez a szám a továbbiakban javulni fog, azonban a 100%-tól még mindig igen távol lesz. Miután az említett kísérleti üzem még nem működik, magát az eljárást nem lehet teljes egészében megítélni, azonban a vázolt általános jellegű hibákon kívül, már az eddig látottak alapján is biztonsági szempontból sok kívánni valót hagy maga után.

Tény az, hogy az eljárás felsorolt hibái külföldön a legkomolyabb gyártó cégeket is arra késztették, hogy erről a módszerről letérjenek.

A harmadik kísérlet-sorozat 1951-ben indult. E kísérletek beindításánál szándékunk az volt, hogy figyelembe véve a hazai pirotechnikai és festékipar igényeit és szükségleteit, a külföldi tapasztalatok alapján lehetőleg veszélytelen és gazdaságos eljárással lefedjék a fémporipar és ezen belül az alumíniumporipar alapjait.

1935-ben egy I. G. Farbenindustrie szabadalom alapján a Siebtechnik cég egy új típusú vibrációs golyósmalmot kezdett gyártani. Ezt az ipar olyan területein kívánták alkalmazni, ahol különlegesen kemény anyagokat kellett megőrölni, vagy különleges szemcsefinomságot kellett elérni. Mint fentebb említettem, 1943-ban az NDA indított sikeres kísérleteket malommal fémalumínium őrlésére. 1951-ben az amerikai Szabványügyi Hivatal (ASTM) szintén elkészített egy hasonló elvű kísérleti berendezést ugyanezre a célra.

Alumínium őrlési kísérleteinket mi is hasonló elven, általunk megépített vibrációs golyós malommal kezdtük el.

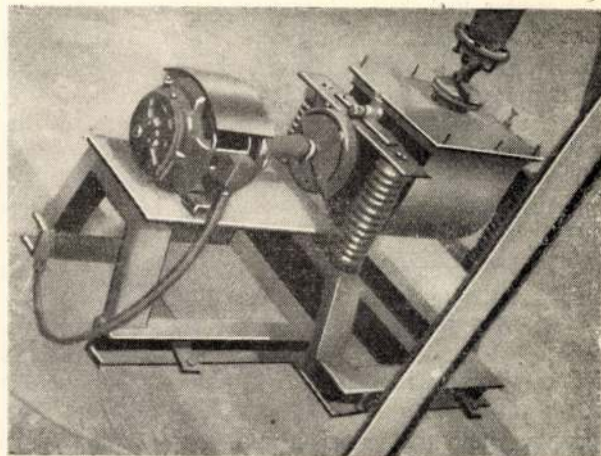
A malom maga fél elipsziszalakú zárt vasedényből áll, mely 4 acélrúgon függ. Az edényen keresztül — védő csőben — egy excentrikusan elhelyezett tengely vezet át, mely flexibilisen kapcsolódik a meghajtó motorral. A malomtestben acélgolyók vannak. A rugós felfüggesztés és az excentrikus tengely biztosítja a malomtest vibrációját. Ennek rezgésszáma a motor fordulattól függ. A rezgéseket az acélgolyók is átveszik és percenként több mint 1000 ütést adnak le a test falára és egymásra, illetve az őrlendő anyagra. Ezen ütések biztosítják az őrlendő anyag felaprítását. Miután a vibráció iránya nem függőleges, hanem ferde, az ütések dörzsölő hatást is fejtenek ki.

Kísérleteinknél első szempont mindenkor, a teljes üzembiztonság volt, ennek következtében az alumínium őrlését olyképpen kellett levezetni, hogy a rob-

banás veszélye teljesen kiküszöbölhető legyen. Az említett szemponton kívül szem előtt kellett tartani az önköltségi ár alakulását, továbbá a minőség kérdését is, miután a külföldi árukkal csak ilyképpen lehetünk versenyképesek. A probléma megoldására 2 út kínálkozott. Az ú. n. nedves őrlés, mely első fázisában teljesen üzembiztos, azonban önköltségi és minőségi szempontból nem egészen kielégítő, és a száraz őrlés, mely önköltség és minőség szempontjából versenyképes terméket szolgáltat ugyan, azonban nem teljesen veszélytelen eljárás.

Első lépés a külföldi kísérleti eredmények igazolása és ellenőrzése volt. A kísérletek alapján megállapítottuk, hogy bizonyos körülmények betartása mellett, a vibrációs golyósmalom valóban alkalmas fémalumínium finom őrlésére. Az első problémát a nyersanyag minősége és alakja szolgáltatta. Mint a továbbiak folyamán kiderült, csak tiszta alumínium-tartalmú fém alkalmas az őrlésre, miután az esetleges nagyobb vas szennyeződés a kész termék színét szürkíti, a nagy szilíciumtartalom viszont magát az őrlést teszi lehetetlenné. Irodalmi adatok szerint a kívánt maximális szemcseméret 0,5 mm lehet. Kísérleteinknél bebizonyosodott, hogy egyes esetekben 2 mm-es szemcseméretű anyagból is kiindulhatunk. A kiindulási nyersanyag alakját illetőleg megállapítottuk, hogy nedves őrléshez csak alumínium fóliazuvalékot, vagy legalább is már eleve lemezes anyagot alkalmazhatunk, ugyanakkor száraz őrlésnél alumínium grízből is ki lehet indulni.

Az őrlés időtartamára vonatkozólag nedves őrlés esetén azt tapasztaltuk, hogy kb. 4 óra után indul meg szemmel láthatólag a fóliazuvalék felaprózódása, ez fokozódik 24 órán keresztül, mikor eléri pigmens szempontból az optimális mértéket. Ezt követően kb. 12 órán keresztül az aprózódás tovább folytatódik, azonban ezzel arányosan az őrlemény is fokozatosan veszít csillogásából és egyre jobban elszürkül (túlőrlés). 36 órás őrlés után az egyes szemcsék mérete ismét nő, t. i. aglomerátumok képződnek hideg forrasztás útján. Az őrlési körülmények tisztázása szempontjából ugyancsak lényeges volt, a vibráció optimális amplitudójának, az amplitudó tengely irányának, a legmegfelelőbb golyótöltetnek és a kapacitásnak meghatározása. A nedves őrlésnél külön probléma a



5. ábra. Kísérleti berendezésünk nedves őrléshez



védőoldat összetételének és mennyiségének megállapítása (külföldi adatok szerint lakkbenzin + lenolaj). A védőoldatnál több szempontot kellett szem előtt tartani: a festékszemcse tökéletes védelme az oxidációtól, a lakkbenzin lobbanáspontjának csökkentése, végül a felhasznált anyagok beszerezhetősége és esetleges további felhasználási lehetősége.

Nedves őrlésnél a végtermék szemcsefinomsága az őrlési időtől függően, kívánság szerint szabályozható. Maga az őrlési folyamat teljesen veszélytelen. A kész termék a védőoldatból kiülepitve, mint alumínium pigmenspaszta kellő hígítás után (bronz tinktúra), közvetlenül felhasználható mindazon helyeken, ahol esztétikai szempontból különösebb követelményeket nem támasztanak.

A nedves őrlés vitathatatlan előnyei mellett, több szempontból elmarad a száraz őrléstől. Két gazdasági természetű hátránya van: a) nyersanyagként csak alumíniumfólia alkalmazható, b) az őrlési idő a száraz őrlés háromszorosa; egy minőségi hátránya van: po-

esetben jól vezetett üzemnél is átlagosan 1—2 évenként egy-egy robbanással számolni kell. A fenti nehézség olyképpen csökkenthető, hogy az őrlést redukált oxigéntartalmú atmoszférában végezzük el, és a kellő szemcsefinomságot elért festéket, ventilátor segítségével a rendszerből folyamatosan eltávolítjuk. Elvileg ilyképpen a robbanás lehetősége tökéletesen kiküszöbölhető. Tulajdonképpen így kettős célt érünk el. Egyrészt a túlőrlést gátoljuk meg, másrészt biztosítjuk azt, hogy a frissen képződött fémfelületek nem egyszerre, hanem csak fokozatosan oxidálódnak, továbbá azt, hogy ha az anyag a kívánt szemcseméretet elérte, a rendszerből azonnal el is távozik.

A száraz őrlés hatásfokát vizsgálva a következőket tapasztaljuk: 2 mm alatti szemcseméretből kiindulva a tulajdonképpeni aprózódás 2 órai őrlés után indul meg. 5 óra után az anyag 87%-a 60  $\mu$  alatt van. Újabb 5 óra múlva az anyag maradéktalanul átmegy a 10 000-es szitán. Általában 10 órai őrlés után a szemcsék főtömege 1—10  $\mu$  közé esik. A szemcsék

	Külföldi	Saját
Laza súly . . . . .	384 g/l	100—226 g/l
Rázott súly . . . . .	625 g/l	173—312 g/l
Olajszám . . . . .	60 g/100 g	66—100 g/100 g
Kenhetőség . . . . .	96 g/100 g	114—174 g/100 g
Folyáspont . . . . .	146 g/100 g	139—220 g/100 g
Ülepedés . . . . .	3' 15' 30' 17,5' 5,5' 4,0' = $S_0$	3' 15' 30' 24h 0—20' 16—27' 11—22' 11—18' = $S_0$
Szitamamaradék . . . . .	47 alatt 88—47 75 <sup>o</sup> / <sub>9</sub> 25 <sup>o</sup> / <sub>9</sub>	47 alatt 88—47 58—97 <sup>o</sup> / <sub>9</sub> 2,5—40 <sup>o</sup> / <sub>9</sub>
Bevonóképesség . . . . .	67 m <sup>2</sup> /kg	14—80 m <sup>2</sup> /kg

lírozás hiányában a festés nem olyan csillogó, mint a szárazon őrlött terméké. Egy szempont a felhasználási lehetőséget csökkenti, t. i. pirotechnikai célokra csak teljesen zsírintes anyagot lehet alkalmazni. Ez utóbbi 2 nehézséget sikerült időközben kiküszöbölni olyképpen, hogy az őrlemény zsírtartalmát alumínium-szulfát-oldattal tökéletesen kimostuk és a száraz anyagot sztearinsavval poliriztuk, ill. polírozás nélkül, mint igen nagy fémalumínium tartalmú port közvetlenül pirotechnikai célokra tettük felhasználhatóvá.

A polírozatlan, nedvesen őrlött termék minőségi tulajdonságai a fent említett ragyogás hiányán kívül a következőképpen alakulnak:

Mint a mellékelt táblázatból kitűnik, egyes tulajdonságoknál eltérés van. Ez a termék zsírtalan, ill. polírozatlan állapotától származik. A szemcseméret-től függő tulajdonságok szükség szerint variálhatók.

A nedvesen őrlött termék önköltségi ára, az import árakhoz viszonyítva, annak kb. 1/10-e, amennyiben alumínium fóliahulladékból tudunk kiindulni, és annak fele, ha a fóliát külön erre a célra kell előállítani.

A nedves őrlés hátrányait küszöböli ki a száraz eljárás. Itt azonban más természetű nehézségek lépnek fel. Amennyiben az őrlést levegő mellett végezzük, úgy a melegeedés következtében gyors oxidáció léphet fel, mely robbanáshoz vezethet. Ha az őrlést nitrogén-atmoszférában hajtjuk végre, úgy az őrlemény a malomból történő eltávolítás pillanatában gyulladhat be. Az eddigi külföldi tapasztalatok azt bizonyítják, hogy a nedves eljárás kivételével, minden

egy kisebbik része szubmikroszkópikus méretű. Viszonyítva a zúzó eljáráshoz, mely mai állapotában 24—36 órát igényel ugyanezen szemcseméret eléréséig, a vibrációs malommal elérhető eredmények gazdasági szempontból is igen előnyösek. Maga a szemcsealak kimondottan lemezes. Az őrlés hatásosságát, továbbá a lemezes struktúra kialakulását, eddig ismeretlen okokból, az őrleményhez adagolt sztearinsav szabályozza. Pl. sztearinsav adagolása nélkül az aprózódás csak igen nehezen indul meg és a lemezes struktúra sem alakul ki. Érdekes jelenség, hogy amennyiben az őrlés folyamán a sztearinsavat a keletkező hő felemészti, úgy az egyes szemcsék fénye eltompul és lemezes struktúrájukat is elvesztik. Újabb sztearinsav hozzáadásával ismét visszanyerik fémes csillogásukat és rövid idő múlva a lemezes struktúra is újra kialakul. A fentiek biztosítása érdekében az üzemet olyképpen kell vezetni, hogy az őrlés ideje alatt kb. óránként egy bizonyos mennyiségű sztearinsavat kell az őrleményhez adagolni. Amennyiben az indulásnál a teljes mennyiséget hozzáadnánk, az az őrlési folyamatot szintén hátráltatná.

Külföldi irodalmi adatok szerint abban az ideális esetben, amikor a vízgőz porlasztással előállított alumíniumpor szemcse súlya megegyezik a pigmens szemcse súlyával, vibrációs malomban a szemcsék lemezessé tétele elérhető 1 órás őrlés alatt. Tehát kiindulási nyersanyag szempontjából lényegesen gazdaságosabb, ha már eleve finom szemcséjű és esetleg lemezes struktúrájú nyersanyagot használunk fel. A vibrációs malom energiafogyasztása viszonylag ala-



csony. Átlagosan 1 kg őrölt termékre 0,5 KW órát számolhatunk.

A kísérleti vibrációs malomban őrlés közben melegedést nem észleltünk. Külföldi adatok szerint nagyteljesítményű malmoknál a melegedés elég komoly méretű, és ennek ellensúlyozására a malomtestet hűteni kell.

Az őrlést követő polírozás azonos az általános-ságban használt eljárással.

Az ismertetett külföldi eljárásokat és az eddigi hazai kísérleteket összevetve, megállapíthatjuk, hogy Magyarországon az alumíniumpor-ipar megteremtésére az előfeltételek adottak. Kielemezve a lehetőségeket az adott körülmények figyelembevételével két út mutatkozhatik járhatónak:

1. Finom szemcséjű alumíniumpor előállítása vízgőz porlasztással, mely pirotechnikai célokra közvetlenül alkalmas és ennek nedves, vagy száraz őrlése vibrációs malmon pigmens célokra.

2. Alumíniumfóliából kiindulva a durva aprítási műveletet (2 mm szemcseméret alá) kalapácsos malmon végezzük, majd a finom őrlést ugyancsak vibrációs malmon szárazon, vagy nedvesen hajtjuk végre. Ha a nyersanyag szempontjából alumíniumtömbhöz vagyunk kötve, úgy ezt a szokásos módon granuláljuk, majd a granulátát Sporer típusú durva és középső méretű zúzóberendezésen aprítjuk, és végezetül vibrációs malomban nedvesen, vagy szárazon őröljük. Az őrleményt a felhasználástól függően polírozzuk (pigmens), vagy zsírtalanítjuk (piro alumínium).

Ha a döntő tényezők szempontjából próbáljuk ki-elemezni a két eljárást, akkor a következő megállapításokat tehetjük:

Beruházás szempontjából az első eljárás (vígőz porlasztásos) lényegesen költségesebb, hozzávetőleges számítások alapján a második eljárás (zúzásos) ötszöröse.

Önköltség szempontjából nézve a kérdést, határozottan az első eljárás mellett kell állást foglalni. Természetesen mindkét eljárással nemcsak a rentabilitás határán belül, hanem tetemes nyereséggel tudnánk dolgozni.

Ha a kapacitást vizsgáljuk, megállapíthatjuk, hogy az első eljárásnál kötve vagyunk az eredetileg beállított porlasztó berendezés méreteihez. Ugyanakkor a második eljárásnál, további zúzóegységek beállításával a kapacitást kívánság szerint fokozhatjuk.

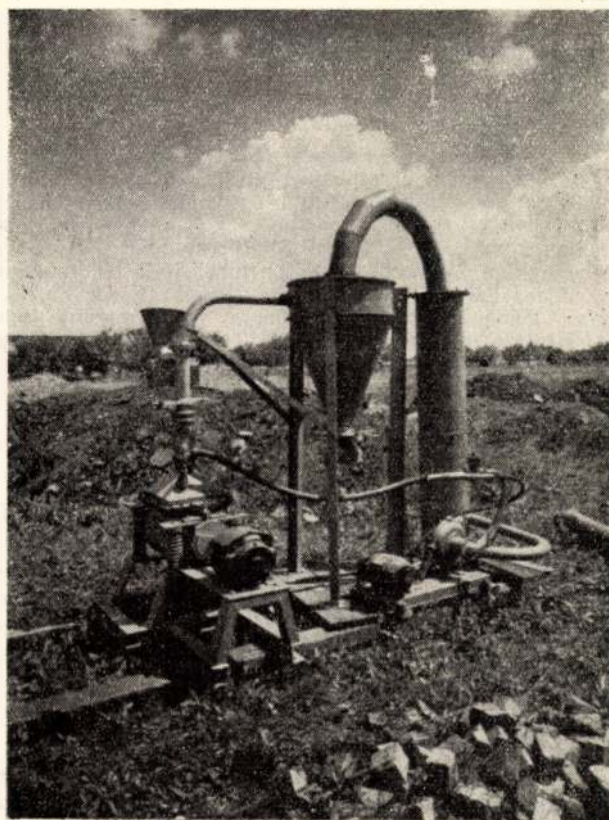
Minőség szempontjából nézve a kérdést, mindkét eljárást egyformán megfelelőnek és versenyképesnek minősíthetjük. A minőség mindkét esetben kívánság szerint szabályozható.

Végezetül a legdöntőbb tényezőt, az üzembiztonságot elemezve, az eddigi külföldi tapasztalatok alapján, a második eljárás mellett kell állást foglalnunk. Itt még kívánom jegyezni, hogy a beruházási költségek terhére minden óvintézkedést meg kell tennünk, még ha azok túlzottnak is tűnnek, miután új iparág kifejlesztéséről van szó, mely kezdetben még nem bírja el az esetleges komolyabb mértű üzemi károkat. Ami a nedves, ill. a száraz őrlést illeti, kísérleteink mai állapotában, ebben a kérdésben véglegesen állást foglalni még nem lehet.

Mint pillanatnyi szükségletet helyesnek látom a két eljárást kísérleti alapon kidolgozva minden szempontból összehasonlítani. Ez az összehasonlítás mai aránylag kevés tudásunk gyarapítását és az alumíniumpor-gyártás technológiájának tisztázását fogja eredményezni. Előfordulhat, hogy a vízgőz porlasztásos eljárás fog gazdaságosabbnak mutatkozni, azonban megvalósítása mellett csak akkor szabad véglegesen dönteni, ha a jövőbeni kísérletek minden szempontból lezárultak. Ugyanezt mondhatjuk a második eljárásra is. T. i. amennyiben a kivitelezésbe, vagy a kísérletek kiértékelésébe a legapróbb hiba csúszik, a várt gazdasági eredmény és a befektetett összegek megsemmisülnek és az üzem életveszélyessé válhat. Azonkívül az alumíniumpor-ipar megteremtése csak az első lépést jelenti a hazai fémporipar kifejlesztéséhez. Ezt rövidesen követnie kell a cink-, ólom-, réz-, magnézium- és vaspor gyártásának is, tekintettel arra, hogy ezek nélkül modern ipari ország ma már nem képzelhető el.

### Összefoglalás:

A szerző az alumíniumpor-gyártás magyarországi lehetőségeit vizsgálva, először a külföldi gyártási eljárásokat ismerteti. Ezt követően az eddigi hazai kísérletekkel és azok eredményeivel foglalkozik. Végezetül az eddigi eredmények és az adott körülmények figyelembevételével, a két hazai vonatkozásban legcélravezetőbb eljárás gazdasági és üzembiztonsági lehetőségeit hasonlítja össze.



6. ábra. Kísérleti berendezésünk alumínium száraz őrlésére recirkuláltatott csökkentett oxigéntartalmú atmoszférában.  
(Magyar Fotó, dr. Csörgő Tibor)



## Mangánélőállítás nedves úton

I. N. PLAKSZIN és D. M. JUCHTANOV nyomán összeállították  
PARKAS LAJOS és M. MOLNÁR IMRE fémkohómérnök-hallgatók

### I. rész

#### Гидрометаллургия марганца

по И. Н. Плаксину и Д. М. Юхтанову

Séma o современным гидрометаллургическом методе обработки убогих марганцовых руд. Подробное изложение двух экспериментальных процессов: в одном подщелачивают водой с двуокисой серы, из раствора осаждают карбонат марганца и с ним нейтрализуют кислый анолит электролиза; другим непосредственным способом является щелочивающий кислым анолитом. Экспериментальные результаты подщелачивания и электролиза в диаграммах и таблицах. На конце схема двух гидрометаллургических заводов: один из них производит электролит-марганец, а второй обогащает убогий марганец. Список литературы.

#### The hydrometallurgy of the manganese.

On the basis of I. N. Plaxin and D. M. Uhtanov Summary:

A general sketch of to-day's method of the hydrometallurgical processing of low-grade manganese ores. Full review of two experimental methods: an indirect procedure, leaching with sulfurous acid, manganese precipitated as carbonate, applied to neutralise the acidic anolite and sulfuric acid. Experimental results of acid leach and eletrolise in diagrams and tables. Furthermore a view of two hydrometallurgical plants: one to produce electrolitic manganese, the second manganese oxide from low-grade ores. Literature review.

#### Nasser Weg der Manganerzverhüttung.

Nach I. N. Plaxin und D. M. Juchtanov  
Zusammenfassung:

Ein allgemeiner Entwurf über die heutigen Methoden der nassen Verarbeitung armer Manganerze. Ausführliche Beschreibung von zwei Versuchungsverfahren. Im ersten erfolgt die Laugung mit Schwefeldioxid und Mangan wird als Karbonat gefällt, und mit diesem die säurehaltige Anoderflüssigkeit neutralisiert; im zweiten wird das Erz direkt mit dem sauren Anolit der Elektrolyse gelaugt. Versuchsergebnisse der Laugung und Elektrolyse in Diagrammen und Tafeln und zwei Werke kurz beschrieben. Literaturverzeichnis.

#### A mangán tulajdonságai

A mangán közepesen elterjedt fémek közé tartozik. Kissé vöröses árnyalatú vas-szürke. 7,3 fajsúlyú fém, olvadáspontja 1245°, forráspontja 1900° C. Három módosulata ismeretes:  $\alpha$ -mangán,  $\beta$ -mangán és  $\gamma$ -mangán. Igen kemény és rideg, ezért színelakban kevés célra alkalmazható. Inkább csak ötvöztetésre használják. Levegőn a mangán felületét vékony, de összefüggő oxidhártya vonja be, amely megvédi a további oxidálástól, még hevítés esetén is. Finomra őrölt állapotban mindazonáltal elég könnyen oxidálódik.

Az 1. számú táblázat szerint (amely néhány fém sójának oldatával szemben tanúsított normál elektród-potenciálját tartalmazza) a mangán a feszültségi sorban a Mg és a Zn között foglal helyet, Híg savakkal igen hevesen reagál, miközben hidrogén fejlődik és mangán (II.) sók képződnek.

1. TÁBLÁZAT

Na/Na <sup>+</sup>	-2,7185	Pt/H <sub>2</sub> /H <sup>+</sup>	+0,000
Mg/Mg <sup>++</sup>	-1,55	Cu/Cu <sup>++</sup>	+0,344
Al/Al <sup>+++</sup>	-1,33	Cu/Cu <sup>+</sup>	+0,51
Mn/Mn <sup>++</sup>	-1,10	Ag/Ag <sup>+</sup>	+0,798
Zn/Zn <sup>++</sup>	-0,762	Pt/O <sub>2</sub> /OH <sup>-</sup>	+1,23
Fe/Fe <sup>++</sup>	-0,441	Cl <sup>-</sup> /Cl <sub>2</sub>	+1,359
Ni/Ni <sup>++</sup>	-0,231	Au/Au <sup>+</sup>	+1,50
Pt/H <sub>2</sub> /H <sup>+</sup>	+0,000		

A mangánnak 6 oxidja ismeretes (MnO, Mn<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, MnO<sub>2</sub>, Mn<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Mn<sub>2</sub>O<sub>7</sub> és komplex Mn<sub>3</sub>O<sub>4</sub> = MnO. Mn<sub>2</sub>O<sub>3</sub>). Az első két oxid lúgos sajátosságú, az MnO<sub>2</sub> amfoter, a magasabb rendű oxidok savanhidridek.

A kétértékű mangánsókat mangánnak vagy különböző természetes mangánvegyületeknek híg savakban oldása révén nyerjük. Ha ezen sók oldatához alkáliákat adunk, fehér mangán (II)-oxidhidrát csapadék válik ki, mely savakban könnyen oldódik, levegőn gyorsan sötétedik és barna mangán (IV) oxid-hidráttá alakul át. Rendes körülmények között a mangán (IV) oxid (MnO<sub>2</sub>) a legállandóbb oxid, ez — amint mondtuk — amfoter jellegű, azonban mind savas, mind bázikus sajátosságai gyengék, ezért a megfelelő sók bomlékonyak. Technikailag is alkalmazzák, mint erős oxidálószer. A magasabb rendű oxidoknak a mangán hydrometallurgiája szempontjából nincs jelentőségük.

Az elektrolízis áramfogyasztását meghatározó elektrokémiai ekvivalens értékeit néhány más fémével összehasonlítva a 2. számú táblázatban láthatjuk

2. TÁBLÁZAT

Elem	Vegyérték	Atomsúly	1 Cb által leválasztott fém-mennyiség	1 Aó által leválasztott fém, g
Al	3	26,96	0,0932	0,3351
Mn	2	54,93	0,2844	1,0252
Fe	2	55,85	0,2894	1,0424
Ni	2	58,69	0,3041	1,0954
Cu	2	63,57	0,3294	1,1864
Zn	2	65,38	0,3388	1,2202
Pb	2	207,21	1,0736	3,8673

#### Nyersanyagok

A mangán állandó kísérője a vasnak, bár a földkéregben kevésbé jelentős mennyiségben található. A világviszonylatban is jelentős mangánérc-előfordulások főképpen a pirolúztos és pszilomelános telepek, valamint néhol a tengeri üledékes kőzetek. Ilyenek a Szovjetunióban a csiatúri (Grúzia) és a nyikopoli (Dél-Ukrajna) előfordulások.

A fontosabb mangánásványokat a 3. számú táblázatban soroljuk fel.



3. TÁBLÁZAT  
Fontosabb mangánásványok

N é v	Képlet	Mn-tartalom %-ban	Szín	Keményiség	Fajsúly	Megjegyzés
Piroluzit	$\text{MnO}_2$	63,2	sötétkék sötétszürke	—	4,8	
Pszilomelán	$\text{MnO}_2 + (1,5-6\%) \text{H}_2\text{O}$	49-62		5,5 — 6	4,1 — 4,3	$\text{BaO}$ , $\text{Na}_2\text{O}$ — kísérők $\text{CaO}$ , $\text{MgO}$
Braunit	$\text{Mn}_2\text{O}_3$	69,2	vasfekete barnásfekete	6 — 6,5	4,8	$\text{SiO}_2$ , $\text{BaO}$ -kísérők
Manganit	$\text{Mn}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$	62,5	sötét	3 — 4	4,2 — 4,4	$\text{SiO}_2$ , $\text{BaO}$ -kísérők $\text{Fe}_2\text{O}_3$
Polianit	$\text{MnO}_2$	63,2	sötétszürke			
Hausmanit	$\text{Mn}_3\text{O}_4$	72,0	vasfekete	5,5 — 6	4,7 — 4,87	$\text{SiO}_2$ , $\text{BaSO}_4$ -kísérők
Vad	$\text{MnO} + \text{MnO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ , (10-15 % $\text{H}_2\text{O}$ )	47,8	májbarna	3	2,3 — 2,7	vastartalmú, $\text{BaO}$ - $\text{K}_2\text{O}$ , $\text{CaO}$ -kísérők
Rodokrozit	$\text{MnCO}_3$	47,8	rozsdaszín	3,5 — 4,5	3,3 — 3,6	$\text{FeCO}_3$ $\text{CaCO}_3$ -kísérők $\text{MgCO}_3$

## Előállítás

A mangánt az iparban főképpen ferromangán alakjában alkalmazzák. Legnagyobb fogyasztója a vaskohászat (90%). Van néhány iparág — főleg a fémkohászat s ezek közül is elsősorban az Al-kohászat — mely vastól mentes, nagy tisztaságú mangánt igényel, melyet csak elektrolízissel lehet előállítani.

Ferromangán előállítása csak akkor gazdaságos, ha dús ércekből, vagy koncentrátumokból indulunk ki. Ezért a szegényebb — 20-30% mangánt tartalmazó — érceket vagy dúsításnak vetik alá, vagy egyáltalán kizárják a felhasználásból. A dúsítási meddő rendszerint még mindig jelentős mennyiségű mangánt tartalmaz: a kiinduló érc Mn-tartalmának 30-50%-át. Az ilyen anyagok ferromangánra való kohósítása igen nagy Mn-vesztéssel jár, ezért nem vihető keresztül. Elsősorban ilyen szegény nyersanyagokra, ércekre és dúsítási meddőkre alkalmasak a költségszebb, de nagyobb értékű fémet előállító hidrometallurgiai eljárások.

Vasat nem tartalmazó mangánt jelenleg túlnyomó részben aluminotermikus úton nyernek. Az aluminotermikus mangán tisztasága nem túl nagy, mangántartalma nem haladja meg a 96%-ot, ami alkalmazási lehetőségeit meglehetősen leszűkíti.

Mint az előbbiekből láthatjuk, a hidrometallurgiai eljárások egyidőben két feladatot teljesítenek: egyrészt lehetővé teszik a szegény nyersanyagok feldolgozását, másrészt nagy tisztaságú, igen sok célra felhasználható mangánt szolgáltatnak.

## Az elektrolitmangán előállításának általános vázlata

A mangán hidrometallurgiája sok tekintetben rokon a cinkével. Ez azzal magyarázható, hogy a cink és mangán közel állanak egymáshoz a feszültségi sorban, e miatt sóik vizes oldatának elektrolízisének kb. ugyanazon problémák merülnek fel, azonkívül a lúgtisztítás során is közel ugyanazon szennyezőket kell eltávolítanunk az elektrolízis előtt, másrészt azonban a nyersanyag a mangánnál oxidos, a cinknél

— rendszerint — szulfidos érc, az ércelőkészítésben tehát különbségek mutatkoznak. Mindazonáltal a mangán nedves úton való előállítása is négy fő részre oszlik, hasonlóan a többi nehézfémek hidrometallurgiájához:

1. előkészítés (fizikai és kémiai feltárás)
2. lúgzás
3. lúgtisztítás
4. elektrolízis vagy vegyületekben való kiejtés.

A mangánércnek nedves úton való feldolgozása a legutóbbi évtizedek alatt kialakított új iparág, néhány részlete még ma sem teljesen tisztázott.

A lúgzásnál kénsavat, kénessavat, ammónium-szulfátot, vas (III) szulfátot, stb. használhatunk oldószerként a lúgzáshoz kerülő érc ásványtani és kémiai összetételétől függően. Jelenleg iparilag is alkalmazott eljárásoknál kénsavat, illetőleg kénessavat alkalmaznak.

A következőkben áttekintjük a mangánérc feldolgozásának egyes fázisait.

## Ércelőkészítés

A lúgzás előtt az ércet olyan fizikai és kémiai tulajdonságokkal kell felruháznunk, amely lehetővé teszi a lúgzás gyors és sikeres végrehajtását. Ez az előkészítés fizikai feltárással, törés-, aprítás- és őrléssel kezdődik. A mangánérc megfelelő szemmagyságtól függ a mangán kilúgzásának sebessége és határfoka. A legalkalmasabb szemmagyságot ércenként és üzemenként kísérlettel kell meghatározni. Tekintettel arra, hogy a mangánércnek meglehetősen sok nedvességet tartalmaznak, az őrlést szárítással szokták összekapcsolni. Ezt a kérdést olyan módon oldják meg, hogy golyós malmokba előmelegített levegőt juttatnak be.

A fizikai feltárást sok esetben még kémiai előkészítés: pörkölés követi. A pörkölés célja az, hogy az alkalmazott lúgzószerben nem oldódó mangánvegyületet jól oldható vegyületté alakítsuk át. Ilyen eset fordul elő akkor, ha az ércben a mangán magasabbrendű oxidok (pl. piroluzit) alakjában fordul elő, s a



lúgzást kénsavval végezzük. A mangán (IV) oxid ugyanis híg kénsavban nem oldódik, ezért a redukáló pörkölés útján mangán(II)oxiddá kell átalakítanunk, mely híg kénsavban kitűnően oldható. Ha a pirolúzitot kénessavval dolgozzuk fel, mint látni fogjuk, nem szükséges a redukáló pörkölésnek a folyamatba való beiktatása. A karbonátos ércet hasonlóképpen pörkölés nélkül vihetjük a lúgzáshoz.

A pirolúzitos érc redukáló pörkölése etázsos (Wedge-típusú) vagy forgódobos kemencében történik. A kemencék tokos kivitelűek, ami megakadályozza a mangán (II) oxid utólagos oxidálódását. Ugyanezen célból a pörköléket légmentesen zárt térben hűtik le 100 C-fokig. Az érc teljes redukciója érdekében a kemence redukáló zónájában legalább 700° C hőmérsékletet kell tartani. A gyakorlatban szénport vagy pakurát kevernek redukáló anyagként az érchez.

### Lúgzás

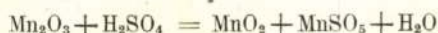
Mint említettük, a lúgzáshoz kénsavat, illetőleg  $\text{SO}_2$ -vel telített vizet (kénessavat) alkalmaznak. A kénsavas lúgzáshoz redukált vagy karbonátos ércet kerülnek. A lúgzás során a következő reakciók folynak le:



illetőleg



A kénsavas lúgzáshoz kerülő oldat rendszerint az elektrolízis savanyú véglúgja (illetőleg anolitja). Ha a mangán (IV) oxid redukálása nem volt tökéletes s a pörkölékben mangán (II) oxid mellett pl. mangán (III) oxid is fordul elő, a mangán egy része oldatlannal marad:

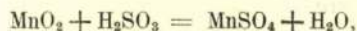


Ha a pörkölék tisztán mangán (III) oxidból áll azaz a legrosszabb esetben — a mangánkihozatal 50 százalékos. Ebből nyilvánvaló a redukáló pörkölés jelentősége, s ezért igen gondosan kell végezni, arra kell törekedni, hogy az érc összes mangán (IV) oxid-tartalma redukálódjék és elejét kell venni az utólagos oxidációnak. Figyelembe véve, hogy a mangán (II) oxid már közönséges hőmérsékleten is oxidálódik, a pörköléket nem szabad 24 óránál hosszabb

ideig tárolni s jól tervezett üzemben a pörkölő kemencéből közvetlenül a lúgzó kádba kerül.

A jelenleg működő üzemekben a kénsavas lúgzást periódikusan végzik. Egy-egy periódus egy-két óráig tart. A lúgzásnál jelentős hőmennyiség szabadul fel, ami a zagy hőmérsékletét 3—5 fokkal emeli.

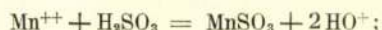
A kénessavas lúgzásnál a következő reakció játszódik le:



következőleg az ilyen lúgzáshoz pörköletlen, őrölt nyers érc vagy dúsítási meddő vihető. Ezen reakción kívül egyéb jelentőséggel bíró reakciók is folynak, pl. az, amelynek révén ditionátok képződnek:



Ha az oldat hőmérséklete elég magas és különösen, ha a  $\text{P}_H$  alacsony, a nem kívánatos mellékreakciók lefolyását elkerülhetjük. Oldhatatlan mangánszulfitok akkor kerülnek a lúgzási maradványba, ha az oldat  $\text{P}_H$ -ja 3,5 fölé emelkedik:



tehát jó mangánkihozatal elérése érdekében alacsony  $\text{P}_H$ -jú (azaz erősen savas) oldatokkal kell dolgoznunk a lúgzásnál.

Az alkáli- és a káliföldfémek a lúgzás során oldódnak, miközben a kénsavval (és nem a kénessavval) való reakció folytán szulfátok képződnek. Különösen káros a kalciumszulfát, mely az oldatban meglehetősen oldhatatlan lévén, a berendezések falán válik ki. Kalciumszulfát képződéstől annál kevésbé kell tartani, minél alacsonyabb az oldat  $\text{P}_H$ -ja, minél magasabb a mangánkoncentráció s minél kevesebb szabad kéndioxid van a lúgzási maradványban.

A berendezéseket illetően a kénsavas eljárást betonkádakban, a kénessavast lúgzó tornyokban végzik. A lúgzó tornyokban ütköző felületeken csúszik lefelé a zagy vízpermettel együtt, ellenáramban az alul bevezetett és felfelé áramló kéndioxid-tartalmú gázzal. A mangán oldatbavitele annál gyorsabban folyik, minél nagyobb a gázban a kéndioxid koncentrációja. A lúgzáshoz használt gázt a mangánércfeldolgozó üzem előnyösen a szomszédosan települő szulfidos ércet kohósító fémkohó pörkölő kemencéitől kaphatja; ezek a pörkölési gázok ugyanis legalább 1% kéndioxidot tartalmaznak. A kénessavas lúgzás legmegfelelőbb hőmérséklete 40—70° C. A mangánkihozatal 20—30 százalékos ércből 95%.

(Folytatjuk)

## Hírek

A Fémipari Kutató Intézet tanácsstermében 1952. június 27-én a Fővárosi Tanács Alandó Közkezdési Bizottsága tagjai és a fővárosi üzemvezetők összejövetelt tartottak abból a célból, hogy az Intézet vezetője, dr. Gillemot László akadémikus vezetésével a kutató intézetek szellemi és fizikai munkavállalóiból alakult brigád fél-éves munkáját kiértékeljék.

A Vas- és Fémipari Kutató Intézet 1952. év első felében komplex-brigádokat alakított azzal a céllal, hogy a

fővárosi üzemének gyakorlati és tudományos vonatkozásait sejtésére legyen az állandóan felmerülő problémák megoldásánál.

A brigád az elmúlt fél év alatt sok kiszállással, szakvéleményadással, gyakorlati bemutatókkal, szakelőadások tartásával segítette az üzemeket.

A gyakorlati élet dolgozóinak és a tudományos intézet munkavállalóinak ez a szoros együttműködése az üzemek munkáját már eddig is nagymértékben megkönnyítette.

D.

## ALUMINIUM

Felolós szerkesztő: Vajk Péter. — Felolós kiadó: A Nehézipari Könyv- és Folyóiratkiadó Vállalat Vezetőigazgatója

Megjelenik: 400 pld.-ban. Szerkesztőség: V., Szalay-utca 4. Telefon: 129—699.

Budapesti Szikra Nyomda, V., Honvéd-utca 10. — Felolós vezető: Radnóti Károly



# ALUMINIUM

AZ ORSZÁGOS MAGYAR Bányászati és Kohászati Egyesület Fémkohászati Szakosztálya  
és a Fémipari Kutató Intézet Folyóirata

IV. évfolyam

9. szám

## A FÉMIPARI KUTATÓ INTÉZET KÖZLEMÉNYEI

50—51. SZÁM

### Timföldgyári aluminátlúgok szennyezéseinek csökkentése dolomitos kezeléssel

dr. MAGYAROSSY ISTVÁN és MOLNÁR JÁNOS

#### СВОД

В процессе производства глинозёма при удалении примесей алюминатных щелочей с содержанием невольного количества алюминия применение жжённого доломита вместо жжённой извести экономически оправдывается.

#### ZUSAMMENFASSUNG

In dem Herstellungsvorgang von Tonerde bei der Entfernung der Verunreinigungen niedrig aluminiumhaltiger Aluminatlaugen statt gebranntem Kalk kann gebranntes Dolomit wirtschaftlich angewendet werden.

#### CONCLUSIONS

At the production of alumina is the elimination of impurities from the aluminateliqours with small aluminium contents by roasted dolomit instead of roasted chalk economically possible.

#### 1. Bevezetés

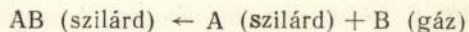
A különböző összetételű dolomitoknak vegyipari alkalmazása hosszabb időre vezethető vissza. Felhasználására főleg az a körülmény nyújt alapot, hogy nagy tömegekben fordul elő, kis termelési költséggel könnyen hozzáférhető. Természetes dolomit-szennyezések általában a kvarc, agyag, kalcit, gipsz: a szerrint, melyik alkotó van túlsúlyban, megkülönböztünk dolomitos magnezitet, dolomitos mészkövet, dolomitos márgaféleségeket, geológiai előfordulás szempontjából kristályos és amorf dolomitot. A vaskohászatnál a kemencék építésénél alkalmazzák, az utóbbi évtizedekben, mint a magnézium fém előállítására alkalmas nyersanyag szerepel, a vegyiparban magnéziumsók előállítására használják.

A timföldelőállítás folyamatában lehetséges használatosságára ezideig még nem áll rendelkezésre olyan pontos és részletes szakirodalom, mint a fentemlített alkalmazási területeken. A dolomitnak ipari célokra felhasználásának egyik alapja, hogy a kalcium és magnéziumkarbonátok az égetés folyamatában olyan eltérő tulajdonságokat mutatnak, melyek lehetővé teszik a Ca és Mg vegyületek külön-külön történő értékesítését. A dolomit termikus disszociációjának tanulmányozásával több kutató foglalko-

zott. A kísérletek eredményei eltérőek. Ennek magyarázatát részben abban találjuk, hogy különböző gáz-atmoszférában, különböző nyomásokon és hőmérsékleten végezték a kísérleteket, nem azonos származású dolomittal és a termikus analízis módszerei még nem voltak teljes mértékben kidolgozva.

H. J. Sztrelec—Talc—Guljanickij—Sz. V. Potapenko tanulmányai alapján a dolomit termikus disszociációjának folyamata számításal is alátámasztható, ezek a számítások azonban hozzávetőlegesek, mert a végbemenő folyamatok egész sor fizikai és kémiai nem teljesen ismert tényezőktől függenek.

A. A. Bajkov szovjet akadémikus és A. Sz. Tunajev tanulmányozták a természetes kalcium és magnéziumkarbonát disszociációjának folyamatát termikus analízis módszerével, széndioxid atmoszférában, atmoszférikus nyomáson. A kísérletek eredményei azt igazolták, hogy a dolomit disszociációja két fázisban történik, a magnéziumkarbonát bomlása 734—736° C közötti hőmérsékleten következik be, 100 C fokkal nagyobb hőfokon, mint a magnezit magnéziumkarbonátjának bomlása. A dolomit kalciumkarbonátjának disszociációja pedig 904—906 C fokon megy végbe. Az égetést követő lehűlés folyamán, ami széndioxid atmoszférában történt, a lehűlési görbén nyugvópont figyelhető meg 800 és 850° C határok között.



típusú folyamatokról írja E. Rosenkranz (Radex-Rundschau, 1950. Hft. 2. 25. S.): „egész sora a vizsgálatoknak ebben a vonatkozásban azt mutatja, hogy a fenti folyamat nem ilyen egyszerűen megy végbe, hanem kezdetben instabil formák alakulnak ki, amelyek különböző fizikai tulajdonságokkal rendelkeznek.“ Az instabil közbeeső termékek keletkezéséről és vizsgálatairól ad értékes felvilágosításokat W. Treffner: „Kalorimetrische Studien an aktiven Magnesiumoxid aus natürlichen Magnesit“ c. közleményében. Elektronmikroszkópiai és röntgen-felvételekkel F. Kahlers az instabil részecskék jelenlétét megállapította és vizsgálta tulajdonságait. Az instabil állapot adja meg a magyarázatát az előállított anyag reakcióképességének, aktivitásának azzal, hogy a kris-



tálméreteket megváltoznak, atomrácsváltozás, atomrácsátrendeződés áll elő és kisebb részecskék keletkeznek az anyag szerkezetében az égetés előtti méretekeltől eltérően. Az ily módon előállított magnéziumoxid aktivitását, katalitikus hatását és abszorpcióképességét az oldási hő és a hidratációs hő mennyiségének mérésével igazolta. *R. Fricke* állított elő magnéziumhidroxidból különböző hőfokokon égetett aktív magnéziumoxidot, meghatározta oldási hőjét és készített ugyanebből a készítményből röntgenfelvételt. Az aktív magnéziumoxidkészítmény többlet energiátartalma 2700 cal./mol volt, szemben az aktív magnéziumoxid energiátalmával. A magnéziumoxid felületi aktivitásának mérésével foglalkozik *E. Cremmer* u. *E. Kullich*: „Katalitische Oberflächenaktivität des gebrannten Magnesits“ c. munkája. A szerző technikai méreteken hasonlította össze a magnéziumoxidnak felületi aktivitását az alumíniumoxiddal, a neodimtrioxiddal és a rézoxiddal. A kísérleti eredmények alapján megállapította, hogy a felületi aktivitás 300–800° C között végezve az égetést, fokozatosan emelkedik. Egy ily módon elkészített magnéziumoxiddal — mint katalizátorral — a hangyasav lebontásának vegyőlyamatát vizsgálta, amely széndioxid-gáz és hidrogéngáz keletkezéséhez vezetett.

*F. Bischoff*, „Über den Verlauf des kaustischen Magnesitsbrennes in Luft, in Vakuum und in Verschiedenen Fremdgasen“ c. munkájában közli azokat a tényezőket, melyek a magnéziumkarbonát termikus disszociációját befolyásolják. Levegő, oxigén, nitrogén, ammonia, hidrogén, széndioxid, szénmonoxid és különböző hőfokon telített vízgőz alkalmazásával végzett kísérleteket és megállapította, hogy egy órán át történő hevítés alkalmával 4 liter/óra gázsebességnél a 80 C fokon telített vízgőz segítette elő legjobban a termikus disszociációt.

*Sz. V. Potapenko* vizsgálta széndioxid gáztérben a dolomit bomlását, és arra az eredményre jutott, hogy a dolomit bomlása 650 C foknál kezdődik és 925 C foknál fejeződik be. A mészke bomlási hőfokának kezdete 850° C és 925 C foknál befejeződik.

A karbonátok disszociációját jelentős mértékben befolyásolja a felhevítés sebessége. A hőfok lassú emelése esetében a dolomit disszociációja 510 C foknál kezdődik. Az anyagnak 30–40 perc alatt történt felhevítésekor a dolomit magnéziumkarbonátjának bomlása *Sz. V. Potapenko* szerint, 750 foknál történik, 200 C fokkal nagyobb hőfokon. A szerző azzal indokolja ezt, hogy a kristályrácsok gyorsabb átalakulásához nagyobb hőfokra van szükség.

*A. G. Berg*: A dolomit disszociációjának folyamatát tanulmányozva megállapította, hogy a disszociációs hőfok csökkenthető alkálifémek sóinak hozzáadásával. 1%-os nátriumklorid adagolásával a dolomit disszociációja 200 C fokkal volt csökkenthető. Megállapítható volt az is, hogy azonos hőmérsékletnél a disszociációs folyamat tökéletesebben megy végbe, ha az anyag apró szemcséjű.

## 2. Kísérleti rész.

Az irodalmi ismertetések alapján, melyek a magnéziumoxid aktivitásával foglalkoznak és ezt szám szerű adatokkal alátámasztják, határoztuk el az alumínátlúgok tisztításánál a dolomit alkalmazását.

már csak azért is, mert a dolomit égetése 850–900 C fokon történik, nem 1100–1200 C fokon, mint ez a mész égetésénél szükséges és ez gazdasági előnyt jelent. Ezenfelül az égetett dolomit magnéziumoxid-tartalmának reakcióképessége és jelentős elnyelőképesége még az a két tényező, mely az eljárás gazdaságosságát befolyásolja, az alumínátlúgok szennyező részeinek eltávolításánál, szemben az égetett mész ismeretes tisztító hatásával.

Feltevésünk szerint, ha a dolomit folyamatos égetése 925 C foknál nem nagyobb hőfokon történik, a képződő aktív magnéziumoxid és a még jelenlévő kalciumkarbonát, valamint a már előállított kalciumoxid együttes hatására valószínűleg egyenértékű kémiai hatás érhető el, mint az égetett mésszel történő tisztítással.

Az égetett mész és a magnéziumoxid együttes alkalmazására az alumínátlúgok szennyezéseinek eltávolításánál eddig nem került sor.

A timföldhidrát előállításánál egyik lényeges szempont, hogy a gyártás folyamán semmi idegen szennyező anyag ne jusson a kikeverés folyamatába, azonkívül, ami a bauxit feltárásánál a rendszerbe kerül, hogy a timföld, ill. a fém-alumínium minőségét le ne rontsa. További lényeges feltétele az alumínátlúgok tisztításának, hogy alumíniumvesztesség ne álljon elő szűrés, vagy hozzáadagolással történő eljárásnál.

A szennyezések nagyjából a bauxit feltárásakor kerülnek az alumínátoldatba és dúsulnak fel a termelés folyamatában.

Ugyanoly minőségű bauxit feldolgozása esetében a lúg körfolyamatában, a gyártás folyamán dinamikus egyensúlyi állapot következik be, a bauxitból származó szennyezések mennyisége és a hűtéssel, vagy égetett mésszel történő kivonással eltávolított alkatrészek mennyisége között.

Az alumínátlúgok szennyező alkatrészei a bauxitból a pörkölésből és a marólúgból származnak és károsan befolyásolhatják a timföldhidrát, ill. a belőle keletkező kohóalumínium minőségét. Ezek főleg: foszfát, vanadát, titanát, kromát, szilíciumoxid, a vas, szulfátok, fluor és karbonátok. *Gedeon Tihamér* dr. az Alumínium kézikönyv c. munkájában továbbá megemlíti, hogy a kikeverés folyamatában az organikus anyagok jelenléte sem kívánatos.

Az alumínátlúg szennyezéseinek nagy része, mint a szilíciumoxid, a vanádiumpentoxid, foszforpentoxid és a titánoxid nátronlúgvesztéseket okoz. A nátronlúg-gazdálkodás helyes megvalósítása érdekében — miután a lúgvesztesség emelkedése komoly befolyású az üzem gazdaságosságára —, fokozott érdeklődésre számíthat minden olyan kísérlet, amely a vanádium és foszfor leválasztása után *felszabaduló nátron mennyiséget a folyamat számára visszanyeri*. Komoly jelentőségű továbbá az előbb említett nátronmennyiségeken felül az alumínát lúgban lévő nátriumkarbonát nátron-tartalmának visszanyerése marólúg formájában (kauszifikálás).

A lúg visszanyerés kérdésének megoldásával a hazai üzemek több éve már üzemileg foglalkoznak. A lúg visszanyerést égetettmésszel végzik el, előírt szemnagyság, mennyiség, hőfok és kikeverési időtartam pontos betartásával. Az adagolt égetettmész



mennyisége nem a szennyezésnek egyenértékű arányában történik, hanem mindig feleslegben használgatják a tisztítandó alumínátlúgos összetételétől függően, hogy a főlegben lévő égetettmésszel a nátriumkarbonát kausztifikálása biztosított legyen. A meszes kezeléssel a szennyező alkotórészek általában kalciumsók alakjában válnak le, de ez a jelenség nem játszódik le teljes, hanem csak különböző tényezőkkel befolyásolt egyensúlyi vegyületformájában.

Annak tekintetbevételével, hogy az alumínátlúgos töménysége is különböző és nemcsak egy fajta lúgos tisztítást kell végezni az üzemben, a tisztítás kémiai folyamatának pontos meghatározása még bonyolultabb.

*Egetett dolomit alkalmazásakor* a kausztifikáló hatás feltételei hasonlóképpen adottak, a jelenlévő égetettmésszel, mert 850–900° C között a dolomit kalciumkarbonátja részben már kalciumoxiddá alakul át.

Párhuzamos vizsgálatokat végeztünk égetett mészes és dolomitós adagolással. Ezek a vizsgálatok azt mutatták, hogy a dolomit alkalmazásakor nagyobb mértékű volt a szennyezések eltávolítása, egy napi visszatérő lúgos és hidrátmosóvíz-mennyiségre számítva.

Most nem foglalkoztunk annak megállapításával, hogy az égetett mészes és magnéziumoxid közül melyik választja le először és milyen vegyület formájában a foszfor, a vanádium, a titán szennyezéseket. Azt, hogy az égetett mészes kémiai, a magnéziumoxidnak erős aktív felületi és kémiai, vagy egyidejűleg mind a kettőnek együttes hatása okozta-e a szennyezések eltávolítását, külön vizsgálni érdemes feladat lenne. Minden esetben a két oxid nagymértékű hatását észleltük és mértük, amit a kísérleti eredmények összeállítása bizonyít.

A kísérletek első részét természetes magnéziumoxiddal végeztük, mert a mesterségesen előállított magnéziumoxid nem éri el a megkívánt reakcióképességet, a továbbiakban égetett dolomitot használtunk.

A kísérletek alapjául azok az adatok szolgáltak, amelyeket a Fémipari Kutató Intézet egy éven keresztül folyamatosan az üzemeitől kapott, az alumínátlúgos szennyezéseire vonatkozólag. Ezt összeállítottuk és kiértékeljük.

A nyers dolomit kiválasztása gondos elővizsgálatot igényel, mert a dolomit égetésénél végbemenő kémiai és fizikai változások következtében, nem minden dolomit tartja meg égetés után a megkívánt szilárdságot és anyagszerkezetet. Kísérleteinknél *iszka-szentgyörgyi* dolomitot használtunk, melynek tulajdonsága, hogy az égetés után szilárdságát megtartja, annak ellenére, hogy szerkezete laza marad, nem ég ki tömörre. A felhasznált dolomit égetési hőfoka 700–900° C között volt.

*A dolomit összetétele a következő volt:*

	Nyers dolomit: %	Egetett dolomit: %
CaO	31,47	57,49
MgO	21,70	39,65
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,80	1,46
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,10	0,19
SiO <sub>2</sub>	0,60	1,17
Izz. veszt.	45,20	—
SO <sub>4</sub>	nyom.	—

*A lúgtisztítás menete a következő:*

Az égetett dolomitból egy tartályba bemérünk az eredeti lúgos összetételének megfelelően, 5–30 kg/m<sup>3</sup> mennyiséget. Ehhez annyi vizet adunk, amennyit az anyag lekötni képes. Minthogy égetett mészes van jelen, megvárjuk a mészsoltás hőfogyasztó folyamatának megindulását és azután a tisztítandó lúgot lassú ütemben rávezetjük a megoltott anyagra. Ezt követően legelőször hőfokon megkezdjük a lúgos keverését. Keverési idő 20 perctől 1 óráig tart, aszerint, hogy milyen a lúgos összetétele. A keverés befejezése után a csapadék ülepedése rövid időn belül — 1–5 perc — megkezdődik, és a lúgos összetétele szerint nem tart tovább 30 percnél. A csapadékról a tiszta folyadék-rész leszívható és a dolomitós csapadék, mint könnyen mozgatható anyag eltávolítható további feldolgozás céljából.

Minden kísérletnél szükséges volt meghatározni az eredeti és a dolomitós kezelés után kapott lúgos pontos összetételét, hogy a tisztítás számszerű mértékét kiszámíthassuk. Ehhez szükséges ismerni a lúgos alumínát, összes nátron, szabad nátron, nátriumkarbonát, foszforpentoxid, vanádiumpentoxid, szilíciumdioxid, szulfát, organikus szennyező anyagok stb. g/l mennyiségét.

Az alumíniumoxid, összes nátron, szabad nátron, nátriumkarbonát meghatározásokat dr. Zombori-Nagy Pál által kidolgozott eljárással határoztuk meg. Külön ellenőriztük a szódataralom mennyiségét, dr. Lányi Béla által ismertetett szén-sav meghatározó készülékkel.

A vanádium meghatározást Pulfrich-féle készülékben, fotometrikan, kénsavas közegben, hidrogénperoxid oxidációval végeztük. Az eredményeket potenciometrikan a Héjja András által ismertetett eljárással ellenőriztük, mely kénsavas közegben ammonpersulfátos oxidációval, króm jelenlétében történik. A szódataralom és a vanádium mennyiségeinek fokozott ellenőrzése szükséges volt, mert mindkét alkotó ismerete döntően fontos a dolomitós tisztítás gazdaságosságának megítélésénél. Az alumínátlúgos egyéb alkotórészeinek meghatározására használatos üzemi laboratóriumi eljárások megfelelnek a kívánt pontosságnak.

*Egy éven belül különböző összetételű alumínátlúgosokkal kb. 300 kísérletet végeztünk.*

A kísérletek átlageredményeit az alábbi táblázatokban közöljük:

1. sz. táblázat. I. Dorr lúgos

	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Ö. NaOH	Fz. NaOH	V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	g/l
Eredeti lúgos- összetétel	100	174	142	0,94	0,96	40	„
Dol. kezelés után	94	174	146	0,40	0,22	29	„

Az eredményekből látható, hogy a dolomitós kezeléssel 30 kg/m<sup>3</sup> adagolás esetén az eredeti lúgos összetétel V<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> és Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> g/l tartalmát a következő mértékben lehet eltávolítani.



$V_2O_5$  tartalom: 0,54 g/l  
 $P_2O_5$  tartalom: 0,74 g/l mértékben

távolítható el.

A szódatartalom 11 g/l mennyiséggel csökkent és alakult át NaOH-vá.

Az  $Al_2O_3$  veszteség 6 g/l volt.

Különböző mennyiségű dolomit alkalmazásakor pl. 50—100 kg/m<sup>3</sup> az alumíniumoxid veszteség növekedik. Átlagban a I. Dorr lúg dolomitos kezelésénél az alumíniumoxid veszteség 8,2 kg/m<sup>3</sup> volt.

2. sz. táblázat. Visszatérő-lúg

	$Al_2O_3$	ö. NaOH	sz. NaOH	$V_2O_5$	$P_2O_5$	$Na_2CO_3$	g/l
Eredeti lúg-összetétel	62	182	156	1,04	1,2	35	„
Dol. kezelés után	60,3	182	160	0,62	0,38	30	„

Dolomitos kezeléssel az eredeti lúg összetételének  $V_2O_5$ ,  $P_2O_5$  és  $Na_2CO_3$  g/l tartalmát a következő mértékben lehet eltávolítani:

$V_2O_5$  tartalom: 0,42 g/l  
 $P_2O_5$  tartalom: 0,82 g/l mértékben

távolítható el.

Az alumíniumoxid veszteség 1,7 g/l, 30 kg/m<sup>3</sup> dolomit adagolásakor.

Az alumínátlúg szódatartalma 5 g/l-el csökkent és alakult át NaOH-vá.

3. sz. táblázat. Alumíniumhidrát mosóvíz

	$Al_2O_3$	ö. NaOH	sz. NaOH	$V_2O_5$	$P_2O_5$	$Na_2CO_3$	g/l
Eredeti lúg-összetétel	2,4	42,6	31	8,6	9,97	14,	„
Dol. kezelés után	1,8	42,6	36	5,6	3,07	8,7	„

Az eredményekből látható, hogy dolomitos kezeléssel 35 kg/m<sup>3</sup> adagolás esetén az eredeti lúgösszetétel  $V_2O_5$ ,  $P_2O_5$  és  $Na_2CO_3$  g/l tartalmát a következő mértékben lehet eltávolítani:

$V_2O_5$  tartalom: 3,0 g/l  
 $P_2O_5$  tartalom: 6,9 g/l mértékben

távolítható el.

$Al_2O_3$  veszteség 0,6 g/l

Dolomitos kezeléssel a szódatartalomnak 5,8 g/l mennyisége alakult át NaOH-vá.

Általában a dolomitos csapadék az alumíniumoxid, kalcium és magnézium, foszfát és vanádium sók keverékét tartalmazhatja. A csapadék által visszatartott alumíniumoxidnak, mint alumínium veszteségnek visszanyerése lényeges a tisztítás gazdaságosságára. 90 C-fokos vízzel való kezeléssel az alumínium veszteség csökkenthető volt a következő mértékben:

I. Dorr. lúg:	Visszatérő lúg:
2.—g/ $Al_2O_3$ mennyiség a csapadékban	1,70 g/ $Al_2O_3$ mennyiség a csapadékban
1,38 „ vízzel kivonható $Al_2O_3$	1,46 „ vízzel kivonható $Al_2O_3$
0,62 g/l az $Al_2O_3$ veszteség.	0,24 g/l az $Al_2O_3$ veszteség.

A dolomitos eljárással elért eredményeket összehasonlítottuk a jelenleg, üzemileg használatos, égetett mésszel történő tisztítással. Párhuzamos kísérleteket végeztünk üzemi visszatérő lúggal és hidrát mosóvízzel.

A kísérletek eredményei a következők:

4. sz. táblázat. Visszatérő-lúg

Égetett mésszel történő kezeléskor az eredeti lúg összetételének  $V_2O_5$ ,  $P_2O_5$  és  $Na_2CO_3$  g/l tartalmát a következő mértékben lehet eltávolítani 30 kg/m<sup>3</sup> égetett mész adagolással.

	$Al_2O_3$	ö. NaOH	sz. NaOH	$V_2O_5$	$P_2O_5$	$Na_2CO_3$	g/l
Eredeti lúg-összetétel	62	182	156	1,04	1,20	34,45	„
Meszes kezelés után	51	182	158	0,65	0,78	32,3	„

Meszes kezeléssel a

$V_2O_5$  tartalom csökkenés 0,39 g/l

$P_2O_5$  tartalom csökkenés 0,42 g/l

$Al_2O_3$  tartalom veszteség 11,— g/l

Meszes kezeléssel a szódatartalomnak 1,15 g/l mennyisége alakult át NaOH-vá.

5. sz. táblázat. Hidrát mosóvíz

Égetett mésszel történő kezelésekor a lúg összetételének  $V_2O_5$ ,  $P_2O_5$  és  $Na_2CO_3$  g/l tartalmát a következő mértékben lehet eltávolítani 30 kg/m<sup>3</sup> égetett mész adagolásával.

	$Al_2O_3$	ö. NaOH	sz. NaOH	$V_2O_5$	$P_2O_5$	$Na_2CO_3$	g/l
Eredeti lúg-összetétel	9	30	25	0,16	9,44	6,6	„
Meszes kezelés után	1,75	30	30	—	0,06	1,85	„

$Al_2O_3$  veszteség 7,25 g/l.

A szódatartalomnak 4,75 g/l mennyisége alakult át NaOH-vá.

\*

Az alumínátlúgok dolomitos kezelésének gazdasági mérlege, tekintettel az alumíniumveszteségen kívül leválasztott vanádiumpentoxid és foszforpentoxid mennyiségére, valamint a szóda kausztifikálásából származó nátronlúg visszanyerésére, csak a nagyüzemi kísérletek értékelése után lesz pontosan megállapítható.

Eddig a kísérleteket 5—20 liter lúggal végeztük párhuzamosan különböző mennyiségű égetett dolomit és égetett mész adagolással.

A ipari bevezetésnél kb. 100 m<sup>3</sup>-es méretekben került sor a dolomit alkalmazására.

A kísérletek alkalmával már különböző vanádiumpentoxid, foszforpentoxid és szóda g/l tartalmú hidrát mosóvizek tisztítását végeztük el megfelelően, mint az a táblázatokból látható. A hidrát mosóvíz összetétele 0,25—10 g/l vanádiumpentoxid és foszfor-



pentoxid között váltakozott. Az üzemi bevezetésnek ebben a vonatkozásban meg vannak a feltételei és nem valószínű, hogy eltérés fog mutatkozni az eddigi kísérletek eredményeitől.

Nehézségek várhatók a dolomit termelési költségeinek megállapításánál és a szükséges égetési kemencekapacitás rendelkezésére bocsátásánál. Tekintettel arra, hogy a dolomit égetésével az évi szükséglet kb. 1000 vagon lesz és ezáltal ennek a mennyiségnek kb. kétszerese égetett mészben kifejezve felszadul az építőipar számára, vagy egyéb iparágak részére, a dolomit égetés gazdaságilag indokolt.

A dolomit égetésére vonatkozó hőmérleg kiszámítása nem volt keresztülvihető, mert nem állt rendelkezésünkre ipari égető kemence. Szükségszerűleg, csak részben volt nyersdolomit adagolás a kijelölt kamrás kemencében, ezért az 1 kg dolomit égetéséhez felhasznált kalóriamennyiség nem volt megállapítható. Ettől eltekintve a dolomit égetése 800–900° C közötti hőmérsékleten történik, így kevesebb hőmennyiségre lesz szükség, mint a mész égetésénél.

Helyes volna, ha a timföld előállító üzemek maguk oldanák meg egy korszerű kemencében a dolomit az égetett mésszel való tisztítással.

Lehetséges azonban, hogy a dolomit égetésének előnye nem jut kifejezésre teljes mértékben kemencehiány, vagy más okból kifolyólag. Ebben az esetben, a dolomit alkalmazhatóságát az alumínátlúgok szennyezéseinek eltávolításának fokozottabb mértéke és kausztifikáló hatása határozza meg, összehasonlítva az égetett mésszel való tisztítással szemben.

Az elmondottak alapján tekintetbe véve az eddigi kísérleti eredményeket, egy kb. 60 000 t/év teljesítőképességű timföldet előállító üzemben a következő eredmények várhatók visszatérő lúg és hidrát mosóvíz dolomitost tisztításánál.

60 000 t/év teljesítőképességű üzemben a visszatérő lúg mennyisége a lúg körfolyamatban kb. 4000 m<sup>3</sup>/nap.

A kísérlet időpontjában a visszatérő lúg összetétele a következő volt:

	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	ö. NaOH	sz. NaOH	V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	g/l
Eredeti lúg-összetétel	62	182	156	1,04	1,20	35	„
Dol. kezelés után	60,3	182	160	0,62	0,38	30	„

Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> veszteség 1,7 g/l.

Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> tartalom 5 g/l-rel csökkent és alakult át NaOH-vá.

Az alumíniumoxid veszteség 90 fokos vízzel való kezeléssel kb. 85%-ban visszanyerhető, így a tényleges alumíniumoxid veszteség 0,44 g/l.

Az egyszerű dolomitost tisztítás eredménye visszatérő lúgnál 30 kg/m<sup>3</sup> dolomit adagolásakor a következő volt:

Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> veszteség	1760.— kg
V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> leválasztás	1680.— „
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> „	3280.— „
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> kausztifikálásának mértéke	
NaOH-ra átszámítva	15000.— „

A hidrát mosóvíz dolomitost tisztításánál, mint az a táblázatokon feltüntetett eredményekből látható, a tisztítás mértéke még jobb, mint a visszatérő lúgnál. A hidrát mosóvíz szennyező alkotórészeinek töménysége változik az üzemenmet szerint, ezért egy általános érvényű gazdasági számítás nem ad helyes eredményt, mint ez a visszatérő lúg esetében, ahol a szennyezések töménysége állandó, lehetséges volt.

Ugyanazon timföldelőállító üzemnél, ha egy t timföldhidrát előállításához kb. 2 m<sup>3</sup> mosóvizet használnak fel, ami naponta 328 m<sup>3</sup> mosóvíz mennyiséget jelent, dolomitost tisztítással a következő eredmények adódnak:

	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	ö. NaOH	sz. NaOH	V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	g/l
Eredeti lúg-összetétel	2,4	42,6	31	8,6	9,97	14,5	„
Dol. kezelés után	1,8	42,6	36	5,6	3,07	8,7	„

Dolomit adagolás 35 kg/m<sup>3</sup> volt.

Dolomitost kezeléssel leválasztható volt:

V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	981.— kg
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2263.— „
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> kausztifikálásának mértéke	
NaOH-ra átszámítva	1427.— „
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> veszteség	197.— „
ebből kb. 80% visszanyerhető,	
tényleges Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> veszteség	39.— „

A timföld előállítás folyamatában a dolomit alkalmazása az eddigi kísérletekkel még nem zárult le. A jövőben vizsgálatokat fogunk végezni töményebb alumínátlúgok szennyezéseinek eltávolítására, továbbá az ülepedési sebesség növelésére. Feladatunkat képezi az égetett dolomit kausztifikáló hatásának megállapítása a vörösiszap felhasználásánál.

Ez úton mondunk köszönetet az üzemi kísérletek elvégzésénél tapasztalt, minden vonatkozásban segítségünkre siető üzemi dolgozó kartársainknak.

Köszönetet mondunk dr. Lányi Béla intézeti igazgató és dr. Papp Elemér osztályvezető kartársainak, akik irányító vezetésükkel mind az elméleti, mind a kísérleti munkánknál lényegesen elősegítették a nehézségek kiküszöbölését és lehetővé tették számunkra a kísérletek helyes elvégzését.

## IRODALOM

1. H. L. Sztrelec—A. Ju. Taic—B. C. Guljanickij: Magneziumkohászat.
2. Bjelajev: Könnyűfémek kohászata.
3. Stahl und Eisen 70. 1950. Nr. 1. 16. Február: Natürlicher und synthetisch gewonnener Magnesit für die Stahl erzeugende Industrie. Von Friedrich Harders und Hubert Grewe in Dortmund Härde. Közlemény 142—144. old. 1879-től 1946-ig terjedő időközökben megjelent 85 szabadalmi bejelentés kivonata.
4. Bányászati és Kohászati Lapok 1950. 12. füzet: Szmolka Lajos: Hazai dolomitok kalcinálása.
5. Dr. Geleji S.: Alumínium kézikönyv.
6. F. Hartmann, Ber. Deutsch. keram. Ges. 11. (1930), 52.
7. M. v. Ardenne u. D. Deischer, Ztschr. Elektrochem. 46, (1940), 270.



8. Hüttig, G. F., Handbuch der Katalyse, Bd. Springer-Verlag. S. 322—577.
9. Fricke, R., und Hüttig, G. F., Hydroxyde und Oxydhydrate, Leipzig, Akad. Verlagsges. 1937.
10. Hüttig, G. P., und Striel, K., Z. anorg. allg. Chemie 209. (1932), 249.
11. Hüttig, G. F. und Herrmann, E., Kolloid Z. 92. (1940), 9.
12. Hedvall, J. A., und Runeheggen, O., Naturwiss. 28. (1940), 429.
13. Bischoff, F. v., Z. anorg. allg. Chem. 250. (1942). 10.
14. Tammann, G., Z. anorg. allg. Chem. 115. (1921), 141, 149, (1926), 21.
15. Hedvall, J. A., Z. anorg. allg. Chem. ab Bd. 122.
16. Breune, H., Z. phys. Chem. Abt. 1. 110. (1924), 147.
17. Hüttig, G. F., und Lewinter, M., Z. angew. Chem. 41. S. 1034 (1928).
18. Le Chatelier, Compt. Rend. Acad. Sciences 102, 1234 (1883).
19. Brill, Z. anorg. Chem. (1905) 275.
20. Andruszov, Z. phys. Chem. 116. (1925), 81.
21. Herzfeld, Z. Ver. Dtsch. Zuckerind. 1897. 820.
22. Hedvall, J. A., Z. anorg. allg. Chem. 98. (1916), 47.
23. Raoult, Compt. rend. Acad. Sciences 92. (1881), 189.
24. Hüttig, G. F., und Kappel, H. Z. angew. Chem. 53 (1940) S. 57.
25. Fleissner, H., und Schwarz-Bergkapf, E. v., Berg u. Hüttenmänn. Jahrb. 76. (1928) 60.
26. Gay-Lussac, J. L., und Ténard, Recherches physico-chimique II, 182. (1811).
27. Berger, E. E., Ind. a. Eng. Chemistry 1927. 594. Chem. Zbl. 1927. II, 1193.
28. Robinson, Smith, Briscoe, Jour. Chem. Soc. London 1926. 836. Zbl. 1926. II. 549.
29. Hüttig, G. F. und Heinz, H., Z. anorg. Chem. 255. (1949) 223.
30. Schwab, G. M., Staeger, R., und Baumbach, H. H. v., Z. phys. Chem. B 21. (1933) 65.
31. Gmelins Handbuch der. anorg. Chemie, 8. Aufl., Mg (27) Teil B. S. 306.
32. G. Hüttig und Frankenstein, Zeitschr. f. anorg. Chemie 125. (1930) 413.
33. R. Marc und A. Simek, Zeitschr. f. anorg. Chemie 80, 337—96.
34. J. D'Ans und E. Lax, Taschenbuch für Chemiker und Physiker, Springer-Verl. 1943.
35. Rosenkranz, Z. phys. Chem. (B) 14 (1931), 407.
36. Kahler, Radex-Rundschau 1947. 50.
37. Fricke-Lücke, Z. Elektrochem. 41. (1935) 174.
38. Tabellen von Landolt-Börnstein.
39. Roth, Z. Elektrochem. 34 (1928) 185.
40. Schwiete-Prauschka, Zement 24 (1935) 539.
41. Gfauque-Archibald, J. Am. Chem. Soc. 59 (1937) 563.
42. Taylor—Wells, C. 1939/I. 1735.
43. Hüttig—Görk, Z. anorg. allg. Chem. 231 (1837) 249.
44. Hüttig, Z. Anorg. allg. Chem. 217 (1934) 22.
45. Rodt, Tonindustrie 62 (1938) 1017., 63 (1939) 915.
46. Rodt, Tonindustrie 65 (1941) 61., Zement 31 (1942) 136.
47. Vournacos, Z. angew. Chem. 53 (1940) 136.
48. Kahler, Radex-Rundschau (1948) 102.
49. Gjaldbaek, Z. anorg. allg. Chem. 114 (1925) 145, 269.
50. Hüttig—Fricke, Oxyde und Oxydhydrate 1937. 25.
51. Bischoff F., Radex-Rundschau 1949. S. 8.
52. Hüttig G. F., Handbuch der Katalyse, BI. Bd., Sprin-
53. Cremer E. und Catt F., Radex-Rundschau 1949.
54. Kahler F., Radex-Rundschau 1947. S. 50.
55. Fricke R. und Hüttig G. F., Hydroxyde und Oxyd-
56. Gmelins Handbuch d. anorg. Chemie, 8. Aufl., Mg
57. H. E. Schwiete, Tonindustrie-Zeitung 56 (1932)
58. H. Elsner von Gronow, Zement 25 (1936), 437, 453.
59. H. zur Strassen. Zement (1941) 231. 250.

## A könnyűfémek forgácsolása

ZAJKY ISTVÁN és BENKÓ FERENC

### Резание лёгких металлов

#### Machining of Light Metals

#### Spanabhebende Bearbeitung von Leichtmetallen

A könnyűfémötvözetek forgácsolhatósági vizsgálatának két, egymással szoros kapcsolatban álló irányban kell haladnia. Az egyik irány kifejezetten a *technológia körébe* tartozik és célkitűzése olyan forgácsoló szerszámok megalkotása és forgácsolási körülmények kikutatása, amelyekkel a meglévő és egyéb tekintetben jól bevált könnyűfémötvözetek kifogástalanul és gazdaságosan munkálthatók meg. A másik irány *kohászati vonatkozású* és feladata olyan ötvözetek kidolgozása, melyek egyéb jó tulajdonságok mellett elsősorban jól forgácsolhatók (automata ötvözetek).

A forgácsolhatóság megítélése céljából olyan értékeket kell megállapítanunk, melyek egyértelműen mérhetők és nem szubjektív megállapításokra támaszkodnak. A forgácsolhatóság elbírálására általában

1. a szerszámra kifejtett koptató hatást (a forgácsoló szerszám éltartósságát),
  2. a kapott felület finomságát,
  3. a keletkezett forgács alakját
- szokás vizsgálni.

Ezek szerint *jól forgácsolhatónak* nevezzük az anyagot, ha a forgácsoló szerszám újraköszörülése nélkül a szokásos forgácsolási körülmények mellett leforgácsolható anyag mennyisége megfelelően nagy, vagy más fogalmazásban, ha a forgácsoló szerszámmal kellő hosszú ideig forgácsolhatunk újraélesztés nélkül; ha a forgácsolt felület kellőképpen sima, más szóval a felület struktúrájában a legmagasabb és legalacsonyabb pontok közötti szintkülönbség a mindenkori cél szerint megállapítható maximumnál nem nagyobb; végül ha a keletkező forgács alakja olyan, hogy sem a munkadarab, sem a gép, sem pedig a munkás épségét nem veszélyezteti és eltávolítása könnyen lehetséges.

Bár a forgácsolás egyszerű műveletnek látszik, a valóságban igen komplikált jelenségek együttes hatásának eredménye. Kedvező, vagy kedvezőtlen lefolyását: a forgácsolandó anyag tulajdonságai és jellemző adatai, a forgácsoló szerszám kialakítása és anyaga, a forgácsolási körülmények (sebesség, előtolás, fogásmélység, hűtés) és a forgácsoló gép építése és állapota szabják meg. A forgácsolhatóság vizsgálatára szolgáló kialakult különböző módszerek e jelenségek bonyolult összefüggését igyekeznek kideríteni. A különböző vizsgálati eljárásokat Schallbroch csoportosította és foglalta táblázatba oly módon, hogy a táblázat *első csoportjába* azokat a vizsgálá-



tokat sorolta be, melyek forgácsolással járnak és közvetlen jellemző számadatokat szolgáltatnak. Ide tartoznak pl. az éltartósság vizsgálata forgácsolással, a felületi egyenlőtlenség mérése felülvizsgáló műszerrel, a forgács térfogatszámának mérése, a forgács alakváltozásának mértéke stb. A második csoportba azok a vizsgálatok tartoznak, melyek ugyancsak forgácsolás útján, de közvetve kiértékelhető adatokat szolgáltatnak. Ilyenek pl. a forgácsolási erő mérése, a késél hőmérsékletének mérése, a felület lefényképezése, filmfelvétel a forgács keletkezéséről stb. A harmadik csoportba azokat a módszereket osztotta be, melyek nem járnak forgácsolási művelettel, hanem a forgácsolandó anyag mechanikai tulajdonságainak, kémiai összetételének és struktúrájának megállapítására szolgálnak és csupán következtetni engednek a forgácsolhatóságot jellemző számadatokra.

Valamennyi vizsgálati mód a forgácsolhatóságnak fent említett és a gyakorlat számára döntő három tényezőjére: 1. az éltartósságra, 2. a felületi finomságra és 3. a forgács alakjára; illetve a három jellemző közül egyre, vagy többre ad felvilágosítást. Schallbroch a vizsgálati módszereket e három jellemzőnek megfelelően is csoportosítja.

Annak a törekvésnek, hogy a munkadarab elkészítési idejét a lehető legnagyobb vágási sebesség alkalmazásával a legkisebbre csökkentsük, elsősorban a forgácsolószerszám anyaga szab határt és pedig a szerszám anyagának a vágási hőmérsékleten mutatott tulajdonságai.

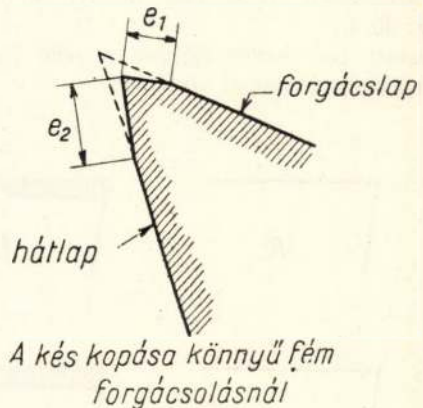
Azokat a közvetlen okokat vizsgálva, melyek folytán a kés normális használat mellett használhatatlanná válik, azt találjuk, hogy minden esetben az alábbi három ok szerepel önállóan, vagy a másikkal kapcsolódva:

1. Tiszta kopás, amely a forgács, illetve a munkadarab anyagának a késhez dörzsölődése következtében apró fémrészecskék folyamatos lekopása miatt áll elő a kés forgács- és hátlapján.
2. A forgácslapon előálló jellegzetes kráteres kopás miatt a késél szilárdsági viszonyai romlanak, míg végül a ráható forgácsoló erőnek az é tovább ellenállni nem képes és egyes élrészek letöredeznek. (A kés kicsorbul.)
3. A forgácsolás folyamán keletkezett és az elvezetett hőmennyiség egyensúlya a késének olyan hőmérsékletén következik be, melyen a kés anyaga már kilágyul. A kilágyult élrészeket a forgácsolt anyag azonnal elnyomja, illetve lekoptatja. Az é kilágyulását a kráterképződés elősegíti. A kráterképződés következtében ugyanis a késnek a hő továbbvezető keresztmetszete fokozatosan csökken, ennek következtében hőtorlódás áll elő és az egyensúlyi hőmérséklet magasabb lesz.

Míg az acél forgácsolásánál általában a második és harmadik eset észlelhető, addig a könnyűfémeknél a kés kopása az első pont szerint megy végbe.

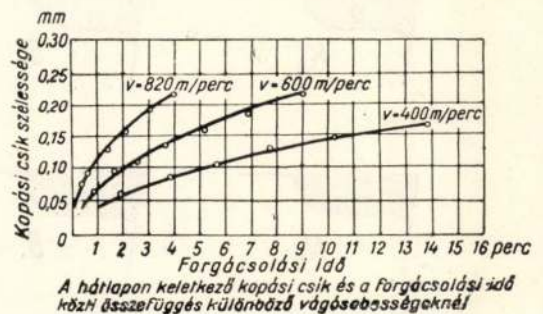
A könnyűfémeknél ez a forgácsolás folyamán egyenletesen növekedő kopás a megmunkált felület finomságát és a készítenő darab mérethűségét befolyásolja. Erős nagytámasban vizsgálva a szerszám

élet, megállapítható, hogy a kopás a vágóélet alkotó mindkét felületen — a kés forgács- és hátlapján — egy határozott szélű „kopási csík” alakjában jelentkezik. (1. sz. ábra.)



1. ábra

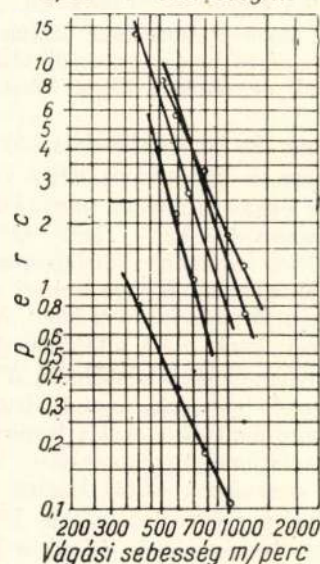
A kísérletek azt mutatták, hogy míg a forgácslapon a kopási csík a forgácsolás folyamán alig változik, addig a hátlapon a csík szélessége a forgácsolás



A hátlapon keletkező kopási csík és a forgácsolási idő közti összefüggés különböző vágósebességeknél

2. ábra

Kopási csík szélessége 0,2 mm



Meghatározott szélességű kopási csík keletkezési ideje a vágási sebesség függvényében különböző könnyűfém ötvözeteknél.

3. ábra

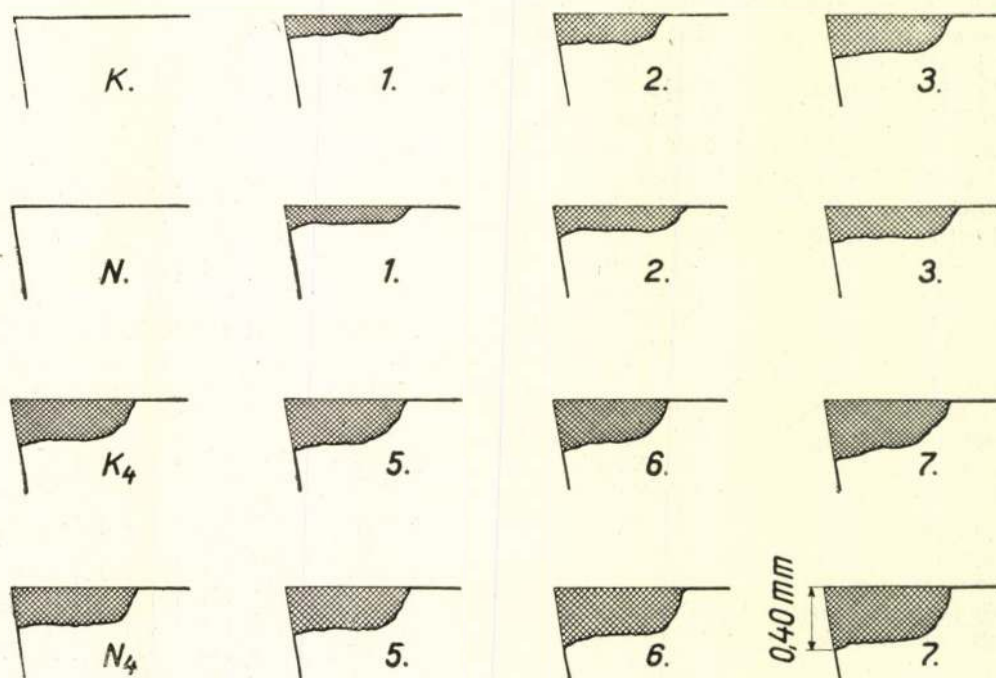


lási idővel arányosan nő. Ezért könnyűfémeknél az éltartósság vizsgálatánál azt szokás megadni, hogy egy bizonyos forgácsolási idő után a hátlapon milyen széles a kopási csík (2. sz. ábra), vagy hogy egy bizonyos szélességű kopási csík mennyi idő alatt áll elő. (3. sz. ábra.)

A kopási csík szélességének mérése legcélszerűbben mérőmikroszkóppal történhet.

A megmunkált felület finomságát felületvizsgálóval lehet megmérni. Ez gyémánt tűvel tapogatja le a mérendő felületet egy egyenes vonal mentén és a tű kimozdulását elektronikus úton felnagyítva, diagrammba rajzolja fel a felület egyenlőtlenségeit. (5. sz. ábra).

Szokás a felületről megfelelő nagyítású fényképfelvételt készíteni és ezúton nyerni képet a felület



4. ábra

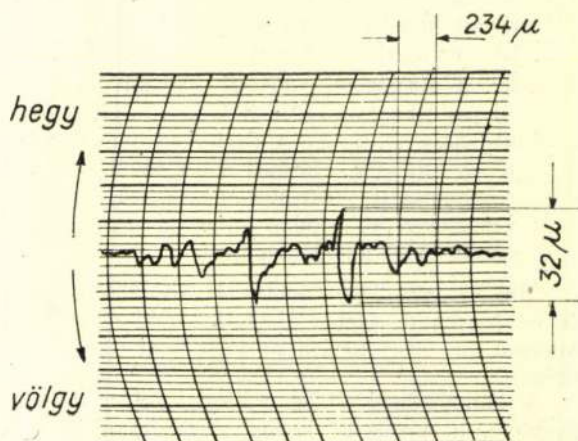
A forgácsolás folyamán előrehaladó kopást mutat be a 4. sz. ábra képsorozata, mely két különböző keménységű lapka kopását ábrázolja szilumin forgácsolásnál, rendre azonos forgácsolási idő után. A képsorozat a kopásnak mérőmikroszkóppon kivetített képe után rajzolt.

A könnyűfémek és ötvözeteknek viszonylag kis keménysége ellenére, a használatos nagy vágósebességek miatt a kés élének aránylag nagyfokú felmelegedésevel — egészen  $400^\circ$ -ig — kell számolnunk. Ezen a hőmérsékleten azonban a közönséges szénacél szerszámok már kilágyulnak és így ezekkel a könnyűfémeket gazdaságosan forgácsolni nem lehet. A könnyűfém forgácsológépek ezért általában gyorsacélból, vagy keménységű acélból készülnek. A nagyobb Si-tartalmú ötvözetek igen erős koptató hatást fejtenek ki, így ezek megmunkálása csakis keménységű acél, vagy gyémánt szerszámmal gazdaságos. A különböző forgácsológépek között kivételt képeznek a dörzsárak, melyeket szénacélból szokás készíteni.

A zsugorított keménységű fémek közül a kevés Co kötőanyag tartalmú wolframkarbid vált be legjobban igen nagy keménysége, tehát kopásállósága miatt. Az egyéb fémeknél igen jó eredménnyel használt wolfram-titánkarbid összetételű keménységű fémek, könnyűfém-ötvözeteknél kevésbé alkalmazhatók.

minőségéről. (6. sz. ábra). Ez a módszer azonban közvetlen számadatokat nem szolgáltat és inkább csak összehasonlításra alkalmas.

A megmunkált felület simaságára, ill. finomságára igen sok körülménynek van befolyása. A szerszám kialakítása, a szerszám élének állapota, a vá-

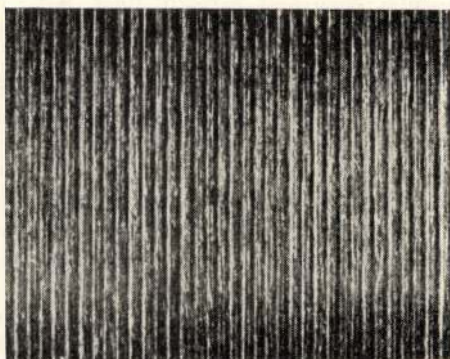


5. ábra



gási sebesség, az előtolás nagysága, hűtőfolyadék alkalmazása, mind döntően befolyásolhatják a megmunkált felület minőségét.

A forgácsolás folyamán keletkező forgácsot alakja szerint három csoportba oszthatjuk.

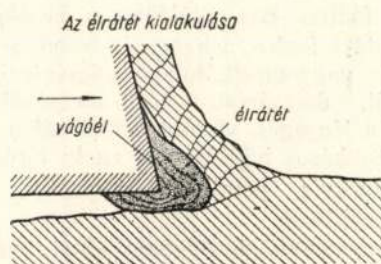


6. ábra

Ezek: a szakított, a nyírt, és a folyó forgács. A szakított forgácsnál a szerszám éle előtt repedés keletkezik, amely az éllel együtt halad. Az anyagba hatoló szerszám mintegy lefeszíti, letépi a forgácsot a munkadarabról. A forgács tehát húzó igénybevétel hatására válik le az anyagról. A keletkezett felület a kitépett anyagrészek, kristályok miatt durva és egyenlőtlen. Hasonló a forgácsképződés nyírt forgács esetén is, de itt a repedés nem tud olyan mértékig kifejlődni, mint a szakított forgácsnál, mert a forgács az elcsúszási sík mentén elnyíródik. A folyó forgácsnál a szerszám éle metszi az anyagot anélkül, hogy nagyobb mértékben deformálná és ha a vágási sebesség eléggé nagy, az egyes szemcséket, kristályokat is elmetshi, így a felület sima lesz. Kiseb vágási sebességnél a keményebb kristályokat a szerszám nem metszi el, hanem elnyomja, vagy kibuktatja. A felületi finomság ez esetben romlik.

A szakított forgács rövid, tört formájú, a folyó forgács hosszú, összefüggő, egyenes, vagy csavart alakú; a nyírt forgács pedig átmenet a kettő között. A forgács alakja e három fajtán belül is igen sokféle lehet. Az olyan formájú forgács előnyös, mely kis térfogatot foglal el. Ilyen például a tűszerű, rövid lapokból álló, vagy a kis, szorosan göngyölődő, tekercsrúgó-szerű forgács.

A forgácsolhatóság vizsgálatánál a forgács térfogatszámát is szokás vizsgálni. A térfogatszám alatt értjük a forgács térfogatának és a leforgácsolt anyag tömör állapotban való térfogatának viszonyát.



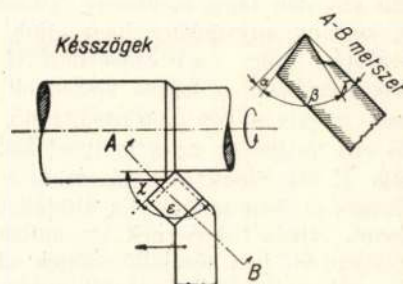
7. ábra

Itt kell megemlékezni az úgynevezett „élrátét” keletkezéséről. Képlékeny anyagoknál, kisebb vágási sebességeknél a kés élén kis púp keletkezik, mely a forgácsból heged a szerszámmra. (7. sz. ábra.) Ebből az élrátétből állandóan apró rétegek válnak le és távoznak részben a forgács, részben a munkadarab felületéhez tapadva. Az eltávozott rétegek azonnal újabb anyaggal pótlódnak. Az élrátétnek a munkadarab felületére tapadó részei a felület símaságát nagymértékben rontják, ezért az élrátét keletkezését el kell kerülni. Keletkezésének veszélyét csökkenti: a nagy forgácsszög, a nagy vágási sebesség és megfelelő hűtő-kenő anyag használata. Egy élrátét fényképét mutatja a 8. sz. ábra. Az élrátét tapadó, felfelé ívelő rész a forgácsnak egy darabja.



8. ábra

A nagy forgácsszög ( $\gamma$ ) (9. sz. ábra) előnyösebb, mert kisebb a forgácsolási erőszükséglet, jobb a megmunkált felület és kisebb az élrátét képződése.

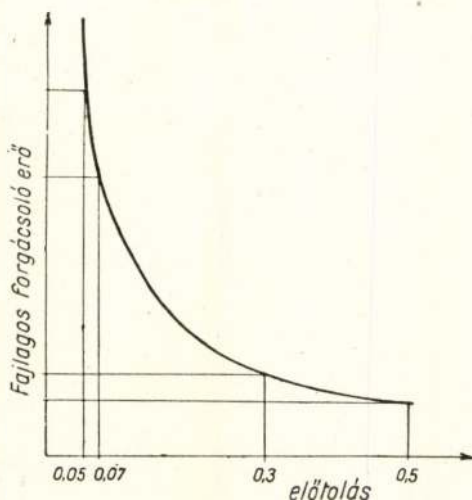


9. ábra

nek veszélye. Növelésének határt szab a szerszám anyagának szilárdsága, azonkívül az él hűlési viszonyai, mert a hőt elvezető keresztmetszet az ékszög ( $\beta$ ) csökkenésével csökken. A forgácsszög szokásos értékei könnyűfémekhez gyorsacél szerszámmal:  $20^\circ$ – $45^\circ$ , keményfém szerszámmal max.  $20^\circ$ . Minél képlékenyebb az anyag, annál nagyobbak kell a forgácsszögnek lenni, viszont minél ridegebb és keményebb a megmunkálandó anyag, a forgácsszög annál kisebb és a forgácsszög változtatása annál kevésbé



befolyásolja a forgácsolás folyamatát. Automata ötvözeteknél a forgácsszög  $0^\circ$ , ami lehetővé teszi az automatán a rézhez használt szerszámok felhasználását a gép áttállítása nélkül. A nagy forgácsszög kedvez a folyó forgács keletkezésének. Ez azonban bár simább felületet ad, sokszor mégsem kívánatos, főként automatáknál nem, ahol nemcsak a munkadarabra és a szupportra való rátekeredés miatt hátrányos, hanem azért is, mert a hűtőfolyadék nem képes elmosni és a forgácstérbe lerakni. Megmunkálás szempontjából az az anyag a legértékesebb, amely



A fajlagos forgácsoló erő változása az előtolás függvényében

10. ábra

rövid nyírt, vagy szakított forgács mellett kellően sima felületet ad. Az egészen rövid tűszerű forgács azonban szintén nem kívánatos, mert behatol a gép csúszó felületei közé és a kis fajsúlyú könnyűfémeknél nehezen ülekszik le a hűtőfolyadékból.

A hátszögnek: ( $\alpha$ ) a forgácsolásra különösebb befolyása nincsen. Értéke:  $5^\circ$ – $10^\circ$  között változik. A nagyobb szögeket lágy, képlékeny, a kisebb szögeket rideg, kemény anyagokhoz használjuk.

A beállítási szög: ( $\chi$ ) csökkenésével a vágóél igénybevétele csökken, a hűtési viszonyok kedvezőbbek lesznek, vagyis a kés élettartóssága nő, viszont a forgácsoló erő megnő és ez a felületet kedvezőtlenül befolyásolja. E két ellentétes hatás miatt a beállítási szöget közepes értéken tartjuk. Ez általában  $45^\circ$ – $60^\circ$  szokott lenni. Kivételt képeznek az automaták, melyeknél gyakran  $90^\circ$ -hoz közelálló szögek alkalmazása szükséges, ami az ezeknél használt automata anyagoknál a felület jószágát nem rontja.

Az előtolás és a felület finomsága közötti összefüggést vizsgálva megállapíthatjuk, hogy nagyobb előtolás esetén a felület finomsága rosszabb és pedig nem kizárólag a kés hegye által metszett csavarvonal alakú barázda miatt, hanem azért is, mert a felület szövetszerkezete is szakadozottabb lesz. Ez összefüggésben van a keletkezett forgács alakjával, amely annál inkább a folyó forgács formáját veszti fel, minél kisebb az előtolás. Másrészt az előtolás növelésével a fajlagos forgácsolási erő csökken. (10. sz. ábra.)

Ezért nagyolásnál, ahol a forgácseljesítmény a lényeges, nagyobb előtolást használunk — gyorsacélszerszámnál max. 1–2 mm, keményfémlapkánál 0,2–1 mm-t — simításnál pedig, ahol elsősorban a felületi finomság tartandó szem előtt, kis előtolással 0,1–0,5 mm — gyémántszerszámnál 0,02–0,1 mm — dolgozunk. Meg kell jegyezni még, hogy kis előtolásnál a kés kedvezőtlen körülmények között dolgozik és sokkal gyorsabban kopik.

A fogásmélységre vonatkozó vizsgálatok azt mutatták, hogy növelésével a fajlagos forgácsoló erő csökken. Ez az erőcsökkenés nagymértékű 0,5 mm-ig, ezen felüli vastagságnál már kevésbé jelentős és kb. 2 mm-en feül már rendszerint elhanyagolható. Nagyolásnál általában célszerű a lehető legnagyobb fogást venni. Simításnál azonban a fogás ne legyen nagyobb 0,5 mm-nél.

Könnnyűfémek megmunkálásánál tekintettel kell lenni a kis rugalmassági modulusra (4300–7600 kg/mm<sup>2</sup>), ami a megmunkálásnál nagy deformációkban jelentkezik. Ezért a fogásmélység megállapításánál, karcsú daraboknál óvatosságnak kell lenni. Ugyanígy a nagy hőkiterjedési együttható következtében a megmunkálás folyamán előálló méretváltozások hatását sem szabad figyelmen kívül hagyni. Leghatásosabb védekezés ellene a bőséges hűtés.

A forgácsszög ( $\gamma$ ) után a legnagyobb befolyása a forgácsolásra a vágási sebességnek van. A vágási sebesség növelésével a fajlagos forgácsoló erő csökken, az élrátét keletkezése megszűnik, a forgács mindinkább folyóforgács alakúvá válik, a felület jósága növekszik. Ezekkel az előnyökkel szemben viszont a szerszám élettartóssága a vágási sebesség növekedésével csökken. Az ajánlott vágási sebességek nagyolásnál 400-tól 1000 m/perc gyorsacél szerszámnál, 1500–2000 m/perc könnyűfémnél, simításnál 600–1200, illetve 2000–2500 m/perc. Gyémántszerszámnál a sebesség felmehet 5000 m/percig. Ha meggondoljuk, hogy az 5000 m/perc sebesség 83 m/mp, vagy 300 km/óra sebességnek felel meg, továbbá, hogy ennek a kerületi sebességnek p. o. 70 mm Ø-ű dugattyú megmunkálásánál 26500 fordulat/perc felelne meg, világossá válik, hogy ezeket a szerszám nyújtotta lehetőségeket normális szerszámgépeken csak kivételesen lehet kihasználni. Csakis erre a célra épített, erőteljes, jól kigyensúlyozott, igen gondosan csapágyazott gépeken lehet ezeket a nagy vágási sebességeket elérni.

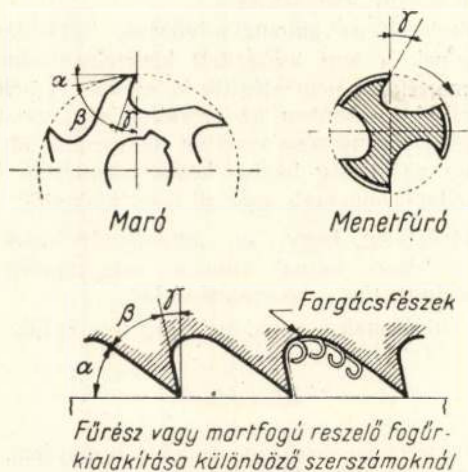
A hűtőfolyadéknak a forgácsolásnál kettős szerepe van. Egyrészt mint kenőanyag csökkenti a szerszám és a forgács közötti súrlódást és ezzel együtt a hőfejlődést, másrészt elvezeti a keletkezett hőt és megakadályozza a munkadarab felmelegedését, ami könnyűfémeknél a nagy hőtágulási együttható miatt különösen fontos. Bár általában a hűtőfolyadéknak mindkét hatása fontos, a hangsúly bizonyos esetekben vagy egyik, vagy másik tulajdonságon van. Pl. menetvágásnál, dörzsárral történő megmunkálásnál a kenőhatás a lényeges, viszont simításnál a hűtőhatás a fontos. Szokásos hűtő-kenőanyagok: fúróolaj emulzió, szappanosvíz, petróleum, terpentin, repceolaj, szappanos szpiritusz.

A könnyűfémek megmunkálásánál nagy gondot kell a szerszám köszörülésére fordítani. A szerszám élét alkotó lapok finoman köszörültek legyenek: egy-



részt, hogy az él minél inkább megközelítse az ideális él fogalmát (minél kevésbé legyen fűrészhez hasonló), másrészt, hogy az anyag könnyen csússzék a szerszámon és ne tudjon rátapadni.

A többéli szerszámoknál a fogosztás nagy, a forgácsűr tágas és legömbölyített fenekű legyen, hogy a forgács ne tömörödjék bele. (11. sz. ábra.)



11. ábra

Csigafúróknál a szokásos  $28^\circ$  helyett  $40-45^\circ$  a forgácsorony emelkedési szöge, ami biztosítja a forgács sima eltávolítását a fúrt lyukból és kedvezőbb forgácsszöget ad. A fúró hegyét  $140^\circ$  alatt köszörülik az acélnál szokásos  $116^\circ$  helyett. (12. sz. ábra.) A



12. ábra  
Csigafúró  
könnyűfémhez acélhoz

forgácsorony a szokottnál nagyobb keresztmetszetű és köszörült, fényezett legyen a forgács könnyebb elcsúszása érdekében. Fúrásnál figyelembe kell venni, hogy a fúró nagyobb átmérőjű fúratot fúr, mint a fúró

átmérője. Ez a túlméret annál nagyobb, minél lágyabb az anyag. A megfelelő átmérőjű fúró próbafúrással célszerű kiválasztani.

Könnyűfémek reszelésére a szokásos, vágott reszelők alkalmatlanok. Mart, legömbölyített fogúrral bíró, külön könnyűfémekhez készített reszelővel lehet csak kielégítő eredményt elérni.

Menetfúróknál a bő forgácsorony igen fontos. A hornyot úgy köszörülik, hogy a forgácsszög kb.  $40^\circ$ , a vele szemben lévő és visszafelé forgatásnál ugyan csak mint vágóél működő él forgácsszöge  $0^\circ$  legyen. *Hátraesztorgált, vagy köszörült menetfúrók nem felelnek meg.*

Míg az eddig tárgyaltakban a forgácsolhatóság vizsgálatának elemeivel és a könnyűfémek forgácsolására alkalmas szerszámok kialakításával és a vágási körülmények befolyásával foglalkoztunk, a következőkben a forgácsolásra, nevezetesen az automata történő megmunkálásra különösen alkalmas ötvözetekről — az automata ötvözetekről lesz szó.

Azok a követelmények, amelyeket a könnyűfém automata ötvözetekkel szemben támasztunk, az alábbi pontokba foglalhatók össze:

1. Jó megmunkálhatóság (éltartósság, jó felület, rövid forgács).
2. Nagy szilárdság és nyúlás.
3. Jó korrozioállóság.
4. Jó eloxálhatóság.
5. Bonyolult eljárás nélkül lehessen önteni.
6. Ne igényeljen bonyolult termikus, vagy mechanikus kezelést.
7. Ne tegye a hulladékanyagot más ötvözetek számára alkalmatlanná, ha hozzákeveredik.
8. Ne tartalmazzon külföldről származó, nehezen beszerezhető ötvöző anyagokat.

A kutatók általában az automata acél és automata sárgaréz példájából indultak ki. Az automata acélnál a megkívánt rövid forgácsot a szövetszerkezetbe ágyazott, egyenletesen elosztott kemény zárványok, szulfidok, foszfidok oxidok stb. biztosítják. Az automata-sárgaréznel az alapötvözetben korlátoltan oldódó, az alapötvözetnél lényegesen puhább ólom kisebb szilárdsága eredményezi a jó megmunkálhatóságot. A könnyűfém automata-ötvözeteknél mind kemény, mind lágy zárványokat alkotó ötvözőelemek alkalmazásával találkozunk.

A könnyűfém automata ötvözetek nem csupán az automatasárgaréz helyettesítő anyagai, melyeket az egyes országokban uralkodó nagy rézhány következtében alkalmaztak, hanem kicsiny fajsúlyuk és egyéb jó tulajdonságaik miatt értékes szerkezeti anyagnak is kell tekintenünk.

A használatos automataötvözetek legnagyobb része lágy szövetszerkezeti elemeket alkotó ötvözőanyagokból készül. Ezek az ötvözőanyagok az alapötvözetben korlátoltan, vagy egyáltalában nem oldódnak és lehűlés közben igen finoman elosztottan válnak ki az alapötvözetből. Ilyen ötvözőként szóba jöhetnek: Na, K, Pb, Cd, Bi, Ti, továbbá különböző fémes vegyületek, mint pl.  $Mg_3Sb_2$ . Ezek közül a leginkább használatos az ólom, bizmut, kadmium. Ezek az ötvözők folyékony állapotban is csak korlátoltan oldódnak, mind az Al-Cu-Mg, mind az Al-Mg-Si alapötvözetben. Kiválaszuk még folyékony állapotban meg-



kezdődik és a megdermedés alatt fejeződik be. A megmerevedett ötvözetben egészen finom diszperz alakulásban oszlanak el. A gyakorlat azt mutatta, hogy egyszerű megkeverés, vagy a folyós ötvözőanyagának az alapötvözetbe vékony sugárban történő beleöntése biztosítja az ötvözőnek egyenletes eloszlását. Lehet az ólmot redukálható só alakjában is az ötvözetbe bevenni. Ekkor az Al nagy affinitása az oxigénhez aluminothermikus hatásban nyilvánul meg és heves buzgást okoz, ami a jó keveredést biztosítja.

Kísérletekkel kimutatták annak az aggodalomnak alaptalanságát, hogy a lágy nehézfém beágyazások lerontják az ötvözet korrozioállóságát. H. Kästner végzett ez irányban vizsgálatokat oly módon, hogy mind az automata ötvözetből, mind pedig annak alapötvözetéből készült próbatesteket fásasztott, mindegyikből tengervíz rápermetezéssel és anélkül. A permetezésnek, azaz korroziónak kitett alapötvözetből készült próbatest hamarabb fáradt ki, mint a korroziónak kitett automata ötvözet. Egyöntetűen ez az eredményt adták mind az Al-Mg-Si, mind az Al-Cu-Mg bázison felépített automataötvözetek.

A jó forgácsolhatóság egyik feltételét, a rövid forgácsot még inkább elősegíti az, ha egyidejűleg többféle nehézfémöt ötvözzük az alapanyagba.

Figyelemreméltó, hogy az elektromos vezetőképességet ezek a nehézfémek külön ötvözők nagymértékben emelik, aminek az elektromosiparban különös jelentősége van.

Kemény szövetszerkezeti elemeket tartalmazó automata könnyűfémötvözetek kevésbé terjedtek el és az irodalom is túlnyomórészt a nehézfémötvöztetésű automataötvözeteket tárgyalja. Csupán az I. G. Farbenindustrie (H. Böhner) publikál egy Al-Mg alapon felépített automataötvözetet.

Ha az Al-Mg alapötvözethez olyan további ötvözőket adunk kellő mennyiségben (0,75 %-nál többet), melyek az Al-mal alumínideket képeznek, pl. Mn, Fe, Cr, V, Ti, Mo-t, úgy ezek mennyiségének növekedésével a forgács rövidül. Ha azonban ezek az alumínid szemcsék nagyobbak, a sajtolás, húzás közben a kemény szemcsének az alapanyagból való elválása folytán repedések, fellazulások állhatnak elő. Ha egyidejűleg több külön ötvözőt adagolunk ugyanolyan össz-ötvöző tartalommal, úgy a különböző alumínidek

egymással nem vegyülven, finomabb eloszlást és kisebb szemcséket eredményeznek. Böhner végül is Si-tartalmú Al-Mg ötvözetbe Zn-t adagolt. Ekkor a Mg-al szilicidet alkotó Si, valamint cinkaluminid is igen finom eloszlású mind a primer kiválásoknál az ötvényben, mind az átdolgozott anyagban is. Úgy találta, hogy mind az Si, mind a Zn mennyisége tág határok között változtatható.

Mindezek az automataötvözetek többé-kevésbbé megfelelnek a fent lerögzített követelményeknek, de teljes mértékben nem elégitik ki azokat. A nehézfémötvöztetésekkel szemben az eloxálhatóság, valamint a hulladék elszennyezése vonalán hangzottak el bírálatok, míg az Al-Mg bázisú keményszemcséjű ötvözet forgácsalakja egyesek szerint nem kielégítő.

Kétségtelen, hogy az automataötvözetek még nagy fejlődésen fognak átmenni, míg minden tekintetben kielégíthetők a követelményeket.

A kutatásnak e vonalon is tág tere nyílik.

#### IRODALOM:

1. Szkvrosznaja obrabotka metallov rezonyijem.
2. Aluminium 1936—42. évfolyamai.
3. Aluminium Industrie A. G.: Spanabhebende Bearbeitung von Aluminium und seine Legierungen.
4. Beszprozvanij: „Osznoviye teorii rezanyija metallov.”
5. H. Borchers u. A. Neumann: Untersuchungen über die Zerspanbarkeit von Leichtmetall — Automatenlegierungen, insbesondere in Abhängigkeit von ihrer Zusammensetzung und ihrem Gefügestand.
6. Danyiljan: Rezanyije metallov i instrument.
7. Dr. H. Finkelnburg: Spanabhebende Bearbeitung der Metalle.
8. Hornung A.: A forgácsolás elemei.
9. Hornung A.: Finom felületi megmunkálások.
10. Dr. Hornung—Pogány—Barna: A szerszám éle és élezése.
11. Langer—Lange: Das Drehen.
12. Light Metals: 1946. évfolyama.
13. Machinery: 1951. évfolyama.
14. K. Rabe: Dreherei.
15. A. Michalik u. L. Ebermann: Spanabhebende Metallbearbeitung.
16. Revue De l'Aluminium 1949—1950. évfolyamai.
17. Schallbroch—Bethmann: Kurzprüfverfahren der Zerspanbarkeit.
18. Steel: 1950-es évfolyama.
19. Szovjet Szerszámgépgyártás: Minisztérium: Fémek gyorsforgácsolási technológiája.

## Mangánelőállítás nedves úton

I. N. PŁAKSZIN és D. M. JUCHTANOV nyomán összeállította  
FARKAS LAJOS és M. MOLNÁR IMRE fémkohómérnök-hallgató

#### II. rész

##### Lúgtisztítás

Tízta mangánkatód nyerése érdekében a mangánal elektropozitívabb fémeket az oldatból el kell távolítanunk, vagy olyan kis koncentrációra kell le-szorítanunk, hogy a katódán már ne válhassanak le.

Általában a vas, alumínium, arzén, kobalt, nikkel és réz eltávolításáról van szó. A lúgtisztítás két lépésben folyik. Az első lépésben a háromértékű ionokat

távolítják el hidroxidcsapadék alakjában, olyan módon, hogy a lúgzásból kikerült oldatot addig neutralizálják, amíg  $P_H$ -ja 6.5-ig emelkedik. Ez a neutralizálás ammóniával vagy pörkölt mangánércel történik. Az ammóniával való lúgzásnál keletkező ammóniumszulfátra az elektrolízishez kerülő oldatban úgyis szükség van. Mangánérc pörkölték alkalmazása esetén — érthető okokból — a mangánkihozatal 98—99%-ról 92—95%-ra csökken.



A 4. táblázatból az olvasható le, hogy az egyes ionok milyen  $p_H$ -értéknél esnek ki az oldatból hidroxidalakban.

4. TÁBLÁZAT

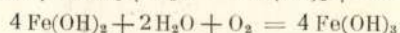
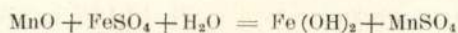
$p_H$	Hidroxid
11	Mg
9	Ag, $Mn^{++}$ , La, $Hg^{++}$
8	$Ce^{+++}$ , Co, Ni, Cd, Pr, Nd, U
7	Sn, $Fe^{++}$ , Pb
6	Zn, Be, $Cu^{++}$ , $Cr^{+++}$
5	Al
4	$U^{6+}$ , Th
3	$Sv^{++}$ , $Fe^{+++}$ , Zr

A lúgtisztítás második lépése a réznek, nikkelnek és kobaltnak az eltávolítása szulfid-alakban. Az alkalmazott reagens lehet kénhidrogén, vagy bárium-, nátrium-, illetőleg ammóniumsulfid. Az így kapott oldat sok kolloidkenet és szulfidot, valamint kevés arzént és molibdént is szokott tartalmazni. Ezek eltávolítására azt a tényt használják fel, hogy a vas (III) hidroxid igen nagy felületű csapadék, így a kolloidokat adszorbeálni képes. Az oldathoz 0,1 g/liter mennyiségű vas (II) szulfát-oldatot adnak, majd levegővel kavartatnak a vas oxidáltatására. A lecsapódó vas (III) hidroxid, azután adszorbeálva magával rántja az oldatból a kolloid-szennyezőket, arzént és molibdént. Ami az arzént illeti, egyesek azt állítják, hogy nem adszorpció, hanem komplex-vegyület képződése révén esik ki az oldatból:



reakcióegyenlet szerint.

A lúgtisztítás első lépése egyszerű saválló kádakban folytatható le. A csapadékok leszűrését 4–6 órai állás (derítés) után végzik diatoma-föld és aktív szén keverékén át, amelyek a szerves anyagokat is megkötik. A vas oxidálása 40–60 percig tart és szobahőmérsékleten 6,5–7-es  $p_H$ -nál megy végbe. Ilyen körülmények között feltételezhető, hogy vas (II) hidroxid válik ki az oldatból, amely hevesen nyelve a levegőt, továbboxidálódik vas (III) hidroxiddá:



A vas (III) hidroxiddal együtt kevés  $Mn(OH)_2$  is esik ki az oldatból, ez azonban nem jelent mangánvesztést, mert a szűrőn maradt szilárd részt az érc lúgzásához adják vissza. A vas-szennyezés mégsem dúsul fel az oldatban, mert a visszaadott vas (III) hidroxidnak már csak egy része oldódik fel újra.

A kénhidrogénes kezelés légmentesen zárt kádakban folyik erőteljes kaválás mellett. A kezelés után az oldatot 15–20 perc alatt átszivattyúzzák egy tároló tartályba, azután gyorsan leszűrik. Az oldatot nem szabad sokáig a csapadékon hagyni, mert e közben lehetőség nyílik a levált szennyezők újbóli feloldódására. A kénhidrogénes kezelés során mangánszulfidok is válnak le; az ily módon előálló mangánvesztés 0,7–1,0 g/liter. A kénhidrogénfogyasztás 0,1–0,15 g/liter között ingadozik, azonban, ha a lúgtisztításhoz kerülő oldatban sok az iszap, ennél jelentősen nagyobb; következőleg a meddő kimosása

során olyan oldatokra kell szert tennünk a sűrítőben, amelyek mindenféle mechanikus szennyezéstől mentesek.

### Elektrolízis

A lúgtisztításnál nyert tiszta mangánszulfátos oldat az elektrolízishez kerül. Itt általában ugyanazon folyamatok játszódnak le, mint a nehéz színesfémek szulfátos oldatból való kiejtésénél, azzal a különbséggel, hogy itt az anódán kénsav mellett mangán (IV) oxid is képződik. Mivel a mangán már híg kénsavas oldatban is oldódik, a kénsavas anódot a katódtértől dőzmagával kell elválasztani.

Az elektrolízis sikere — tekintetbe véve a mangán nagy negatív elektródpotenciálját — igen sok tényezőtől függ, így elsősorban a hidrogéntúlfeszültség, a hidrogénion és a mangánionkoncentráció értékétől, az áramsűrűségtől, az anód és a katód anyagától, valamint kisebb mértékben az elektrolit hőmérsékletétől és áramoltatásának sebességétől. Ismeretes a cinkszulfátoldatok elektrolíziséből, hogy a cinknek vizes oldatból való elektrolitós leválasztását — negatív elektródpotenciálja ellenére — azért lehet megvalósítani, mert a cinkkatódra nagy a hidrogéntúlfeszültség. A mangánelektrolízisnél ennek még fokozottabb jelentősége van, mivel a mangán elektródpotenciálja jóval negatívabb, mint a cinké. A mangánelektrolízisnél a mangánkatód potenciálját az

$$E = E_0 + \frac{RT}{vF} \ln a_{Mn^{++}} + t_{Mn}$$

a hidrogén elektródpotenciálját pedig az

$$E = E_0 + \frac{RT}{vF} \ln a_{H^+} + t_H$$

egyenlet fejezi ki, ahol  $t_{Mn}$  a magántúlfeszültség és  $t_H$  a hidrogéntúlfeszültség értéke. A magántúlfeszültség elhanyagolhatóan kicsi, a hidrogéntúlfeszültség pedig Al, Fe, Zn és Mn elektródokon 0,4–1,3 Volt között változik, az áramsűrűség értékétől függően s a használatos áramsűrűségnél 0,7–0,8 Volt körül mozog. Látható, hogy ez még mindig kevés a mangán és hidrogén elektródpotenciálja közti különbség kiegyenlítésére. Ezért szükséges, hogy a mangánionkoncentrációt magas, a hidrogénionkoncentrációt pedig igen alacsony értéken tartsuk. Az előbbinek az oldhatóság szab határt, a  $p_H$ -t pedig csak addig lehet növelni, amíg  $Mn(OH)_2$  leválásától nem kell tartanunk. Ilyen körülmények között a mangánszulfátoldatok elektrolízisnél több hidrogén fejlődik, mint a cink elektrolízisnél, így az áramhatásfok meglehetősen rossz.

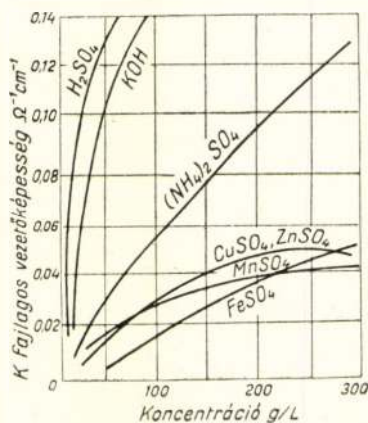
A mangánszulfátoldat vezetőképessége (5. táblázat) hasonlóan más nehézfém-szulfátoldatokhoz, elég csekély s mivel itt a vezetőképességet sav vagy bázis adagolásával (1. ábra) nem növelhetjük, ezért a jól disszociálódó ammóniumsulfátot adagolják az oldatba. Az ammóniumsulfát fontosabb funkciója a pufferhatás, amellyel biztosítja a hidrogénionkoncentráció állandóságát és elejét veszi a mangán (II) hidroxid lecsapódásának. Ha az elektrolízist — mint általában szokásos — 8–8,5  $p_H$ -nál végezzük, az ammóniuszul-



5. TÁBLÁZAT

Koncentráció		Fajsúly	Elektromos ve- zetőképeség ohm·cm <sup>-1</sup>	A vezetőképeség hőmérsékleti koefficiense
%	gk/v liter			
CuSO <sub>4</sub>				
2,5	0,321	1,0246	0,0109	0,0213
10,0	1,387	1,1073	0,0320	0,0218
15,0	2,194	1,1675	0,0421	0,0231
ZnSO <sub>4</sub>				
5	0,651	1,0509	0,0191	0,0225
10	1,371	1,1069	0,0321	0,0223
20	3,053	1,2323	0,0468	0,0241
30	5,124	1,3788	0,0444	0,0273
MnSO <sub>4</sub>				
5	0,689	1,0456	0,0190	0,0221
15	2,034	1,1343	0,0372	0,0216
25	4,257	1,2756	0,0425	0,0242
35	6,639	1,4187	0,0300	0,0294
(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>				
10	0,757	—	0,0582	—
15	1,136	—	0,0795	—
20	1,620	—	0,0984	—
25	1,953	—	0,1150	—

fát koncentrációjának nem szabad 125 g/liter alá csökkentenie, különben a mangánszulfát hidrolízise megindul. A gyakorlatban 135–140 g/liter határok között tartják az ammóniumsulfátkoncentrációt, csupán biztonság okából, tovább növelni azonban ezt nem tanácsos, mert az áramhatásfok csökken.



1. ábra

A diafragmáknak a rendeltetését már láttuk. Hogy ne legyen szükség igen saválló anyagokból készült diafragmák alkalmazására, a savkoncentrációnak nem szabad meghaladnia a 40–50 g/liter értéket. A gyakorlatban leginkább a vászonból készült diafragmák váltak be; ezek élettartama 6–8 hét, amely idő alatt az elektrolit kalciumsó-tartalma a vásznat erősen kimarja, úgyhogy függetlenül a diafragma egyébként megfelelő mechanikai szilárdságától, a kicserélése válik szükségessé. Igen erősen saválló diafragmák (gyapjú, mikroporózus gumi stb.) alkalmazásának csak akkor van értelme, ha az elektrolitban nincsenek kalciumsók, tehát a diafragma élettartamát nem a kimaródás, hanem a kénsavas elektrolittal szemben való állékonyosság határozza meg. A vászonnak a mikroporózus gumival és szintetikus

anyagokkal szemben az az előnye, hogy a rajta áthaladó áram feszültségese kisebb, s csupán 0,1–0,3 Voltot tesz ki.

Ha az elektrolitban sok a magnéziumion, akkor komplex magnézium-mangán-ammóniumsulfát esik ki az oldatból. Ezt csak úgy tudjuk megakadályozni, hogy a magnéziumkoncentrációt (MgO-ra számítva) 8 g/liter alatt tartjuk az elektrolitban, és az oldat hőmérsékletét nem engedjük 25° alá hűlni.

Az elektrolitot telíteni szokás SO<sub>2</sub>-gázzal is. Általában 0,10-től 0,15 g/liter mennyiségben szokott jelen lenni s a mangánsó hidrolízisét bizonyos mértékben gátolja.

A szennyezőelemek mennyiségének megengedhető legmagasabb értéke sok tényezőtől függ. A 6. táblázatban néhány szovjet kutató kísérleti eredményeinek átlagát láthatjuk. (A kísérleteket úgy végezték, hogy a katódcsapadékot 24 órás időközönként húzták le.)

6. TÁBLÁZAT

	0,5 mg/liter
Kobalt	1,0 „
Nikkel	5,0 „
Réz	Állandó értéket nem sikerült találni. Jó katódleválás nyerhető 8 mg/liter-nél.
Arzén (As+++)	24,—mg/liter
Arzén (As+++++)	15—20,— „
Vas (Fe++)	20,— „
Cink	2,— „
Ezüst	Jelenléte az oldhatóság határán belül
Ólom	nincs hatással az elektrolízisre.

A szennyezők túlságosan mértékű felszaporodását arról veszik észre, hogy a katódfelem szélén fekete sávok jelennek meg, amelyek súlyosabb esetben a katód közepén is feltűnhetnek.

Alábbiakban néhány fajlagos üzemi adatot sorolunk fel:

Elektrolithőmérséklet	25–35° C
katódikus áramsűrűség	400–500 A/m <sup>2</sup>
áramhatásfok	50–50 %
energiafogyasztás	—
(egyenáram)	7–10 kwó/kg Mn
katód	— — — — — krómacél
anód	— — — — — ólom

A 7. táblázat egy kísérleti kád egyes részei közötti feszültségeloszlást szemlélteti.

7 TÁBLÁZAT

A feszültségese helye	Feszültségese Volt	%
Bomlásfeszültség	2,450	58
Feszültségese az elektrolitban	0,686	37,3
„ a diafragmán	0,562	
„ a katódban	0,034	
„ az anódban	0,002	
Az MnO <sub>2</sub> jelenlétével és a polarizációval kapcsolatos feszültségese	0,320	4,7
Feszültségese az elektródtartó rudakban, a szegélyező áramvezető sínekben, kontaktusokban stb.	0,196	
	4,250	100,—





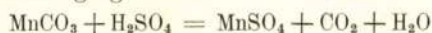


A lúgzás két lépcsőben történik  $\text{SO}_2$ -gázzal. A lúgzandó iszap előbb a neutrális, azután a savanyú lúgzáshoz kerül, a lúgzószer az iszappal ellenirányban halad, vagyis azt előbb a savanyú lúgzáshoz vezetik. A neutrális lúgzás a savanyú lúgzásnál nyert szennyes oldat jelenlétében, szintén a savanyú lúgzástól jövő, kevés  $\text{SO}_2$ -t tartalmazó gázzal történik. A neutrális lúgzás célja az oldat szabad  $\text{H}_2\text{SO}_4$ -tartalmának elfogyasztása, tehát az oldat neutrálissá tétele és ennek révén az oldatban levő szennyező elemek nagy részének leválasztása. A neutrális lúgzásból kikerült zagyot szűrik, az oldatot a kevés szennyezőtől való megtisztítás végett a lúgtisztításhoz, a maradványt mosóvízzel keverve a savanyú lúgzáshoz vezetik. A savanyú lúgzás célja az érc összes mangántartalmának oldatba vitele, ezért a lúgzás sok  $\text{SO}_2$ -t tartalmazó gázzal történik. A savanyú lúgzás során természetesen szennyező elemek is kerülnek az oldatba, így az oldatot a neutrális lúgzáshoz kell vezetni.

A lúgtisztítás  $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ -sel történik. A tiszta oldattól azután  $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ -oldattal mangánkarbonátot csapnak le:



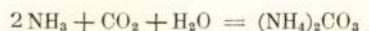
Az így nyert tiszta mangánkarbonáttal fogyasztják el az elektrolitvéglúg szabad savtartalmát:



Az  $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$  visszanyerése végett az oldathoz  $\text{CaO}$ -t adnak:



A felszabaduló ammóniagázt felfogják és vízgőzzel, valamint  $\text{CO}_2$ -vel együtt abszorbeáló tornyokba vezetik:



Az ammóniumkarbonát regenerálásánál nyert  $\text{CaSO}_4$ -et  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  előállítására használjuk fel. Ha az üzem olcsó  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  vagy  $\text{NaHCO}_3$ -hoz tud jutni, az  $\text{MnCO}_3$  lecsapása ezekkel is elvégezhető. Ilyenkor szükségtelen az  $\text{NH}_3$ -desztilláció és az elnyelő torony.

A mangánnak a katódon való leválásával egyidejűleg az anódon  $\text{MnO}_2$  képződik, ezért az áramfelhasználás kétoldali. Az ilyenformán nyert mangán(IV)oxid nagy tisztaságával tűnik ki, ezért értékes melléktermék.

A mangánszulfátoldat elektrolízise kívülről nézve keretes szűrőpréshez hasonló kádakban történt. Az egyes keretek az állványzatra támaszkodtak, ahová sima szorító lapok segítségével csavarosan voltak befogva. A keretek közé szorították be a diafragmákat. A friss elektrolitot a katódrész alsó részén oldalt üvegcsövön át vezették be. Az elektrolit a katódrészből a diafragmákon át az anódrészbe jutott, onnan egy részét kivezették, és a  $\text{MnO}_2$ -től való elkülönítés után a savas anolit  $\text{MnCO}_3$ -mal neutralizálták, majd az összetétel kiigazítása után a cirkuláló katolittal együtt ismét a katódrészbe vezették. A kádba való vezetés előtt a katolitet külső hűtéssel hűtötték le.

A kád anyagául a vizsgálatok szerint ólom, saválló lakkal bevont fa, illetőleg közönséges fa felel meg; az utóbbi élettartama kisebb.

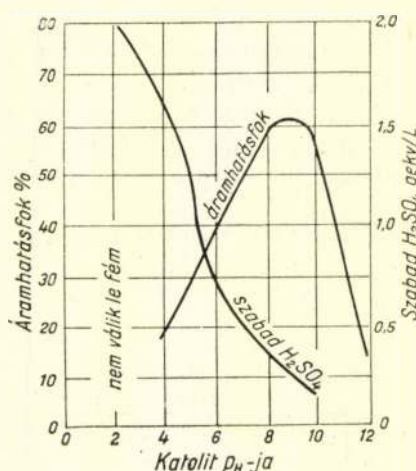
A katódák nem rozsdásodó CrNi-acélból készültek, a következő összetétellel:

18% Cr, 8% Ni, 0,5% Ti, 0,14% C, 0,7% Si, 0,3% Mn, 0,02% S, 0,03% P.

Az anódák hengerelt ólomlemezek voltak. Hosszadalmas kísérleteket végeztek az aktív katód- és anódfelület arányának megállapítására. Legmegfelelőbbnek adódott a 10:9 arány.

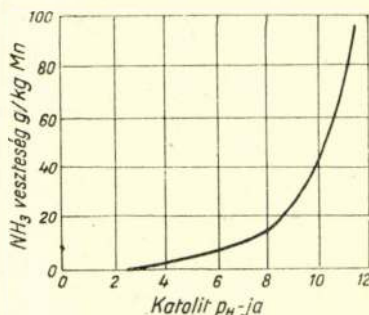
Alább egy kísérleti kádban lefolytatott elektrolízis eredményeit idézzük. A bemenő elektrolit összetétele:

70 g/liter  $\text{MnSO}_4$ , 180 g/liter  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ , 0,02%  $\text{SO}_2$ , hőmérséklete  $20^\circ\text{C}$ ,  $p_{\text{H}}$ -ja 7–8, katódikus áramsűrűség: 200 A/m<sup>2</sup>, a kádból kivezetett elektrolit savassága 1 g/mol  $\text{H}_2\text{SO}_4$ /liter.



3. ábra

A 3. ábrán az áramhatásfoknak a  $p_{\text{H}}$  függvényében való változását láthatjuk: e szerint a  $p_{\text{H}}$  emelkedésével az áramhatásfok egy maximumig nő ( $p_{\text{H}} = 10$ -nél), azután csökken. Az utóbbi tény annak a következménye, hogy ilyen magas  $p_{\text{H}}$ -nál nagyszemű a katódhoz tapadó  $\text{Mn}(\text{OH})_2$ -pelyhek csapódnak le.



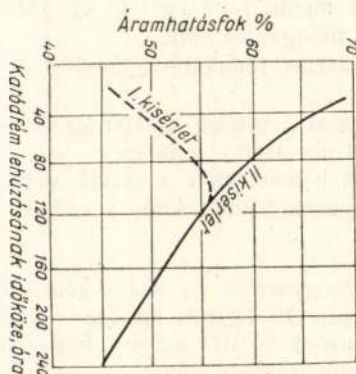
4. ábra

A 4. ábrán az  $\text{NH}_3$ -vesztés és a katolit  $p_{\text{H}}$ -jának összefüggését mutatjuk be, — mint látható az  $\text{NH}_3$ -vesztés közel négyzetesen nő a katolit  $p_{\text{H}}$ -jának növekedésével. A hőmérséklet emelkedése természetesen hasonlóan hat.

A kísérletek azt bizonyították, hogy az áramhatásfokra hatása van annak is, hogy a katódlecsapó-



dást meddig növeljük, azaz, hogy a katódról a mangánt milyen időközökben húzzuk le. A kísérletek nem adtak erre vonatkozólag teljesen egyértelmű eredményt (5. ábra), de az minden esetre kiderült, hogy a katódnövelés ajánlható időtartama 40–100 óra. 40 óránál rövidebb időtartam esetén a vékony katódcsapadék nehezen távolítható el, míg 100 órán felül erősen csökken az áramhatásfok, ami nyilván dendritok keletkezésével és a hidrogénfejlődés mértékének növekedésével kapcsolatos.



5. ábra

Az áramsűrűség növekedésével nő a katódon a hidrogéntúlfeszültség; tehát csökken a hidrogénleválás lehetősége s nő az áramhatásfok. A 8. táblázatban adott  $p_H$ -értékekkel, növekvő áramsűrűség mellett fellépő áramhatásfokokat olvashatjuk le.

8. TÁBLÁZAT

A katolit pH-ja	Katódikus áramsűrűség A/dm <sup>2</sup>	Áramhatásfok %
2	2	Fém nem válik le
2	3	—
3	3	—
5	3	3
2	4	18
5	4	32
4	5	38

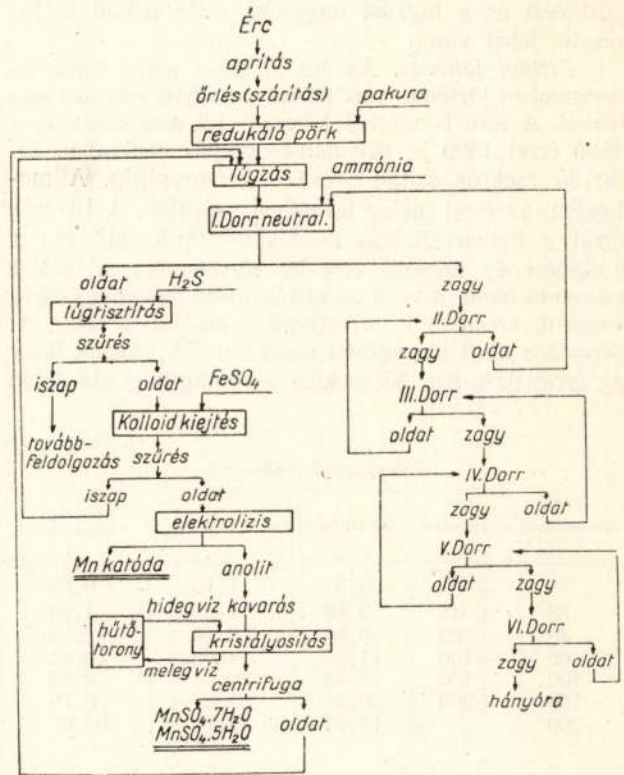
A fenti elgondolás üzemi megvalósításra nem került.

#### Közvetlen lúgzás

1941-ben az USA-ban dolgozták ki ezt az eljárást szegény mangánérccek feldolgozására félüzemi kísérlettel. A berendezés kapacitása napi 1 tonna mangán volt.

Az eljárás törzsfája a 6. ábrán látható. Az ércet a korábban leírt módon készítik elő, a lúgzásra fizikai és kémiai műveletekkel (aprítás, őrlés, redukálás). Maga a lúgzás saválló anyagból készült kavargó-lúgzó kádban (Pachuca, Parral) történik az elektrolízis véglúgzával. A lúgzásból kikerült oldatot ammóniával vagy pörköléssel közömbösítik, miközben  $Fe(OH)_3$  és  $Al(OH)_3$  esik ki. Ezután a maradványt

elválasztják az oldattól. Az oldatot  $H_2S$ -sel tisztítják (As, Co, Ni, Cu stb.), majd az elektrolízishez vezetik. Az elektrolitmangán 99,9%-os tisztaságú. A



6. ábra

mangánkihozatal az ércből 88,2%. A veszteségek az egyes műveletek közt a következőképpen oszlanak meg:

aprítás 1 %	őrlés 2 %
pörkölés 1 %	meddő mosása 3,6 %
H <sub>2</sub> S-es tisztítás 0,4 %	elektrolízis 0,9 %
Mg-leválasztás 2,9 %	

A következőkben részletesen leírjuk a kísérleti üzem berendezéseit és munkájának eredményeit.

**Nyersanyag.** Az üzemben feldolgozásra kerülő dús és szegény ércek összetételét a 9. sz. táblázat mutatja.

9. TÁBLÁZAT

Összetevő	Dús érc	Szegény érc
Mn	38,5	25,0
SiO <sub>2</sub>	14,0	27,5
CaO	1,68	2,63
MgO	2,22	0,37
Fe	0,70	1,31
Cu	0,0004	0,35
Ni	0,002	0,005
As	0,02	0,05
Pb	1,66	1,87
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,24	
S	0,51	
Mo	0,02	



A mangán az ércben rendszerint pirolúzit alakjában található. Belekeveredett kőzetek: kvarc, csillám, elbomlott tufa. Az érc könnyű, porózus, kívülről nézve amorfi tömeg, hevítésnél könnyen szétesik homokra és iszapra. Nagy porozitása miatt a redukáló pörkölést és a lúgzást nagyfokú őrlés nélkül is keresztül lehet vinni.

**Fizikai feltárás.** Az érc aprítása pófás törőn és hengereken történik, zárt körfolyamatban vibrátor szitákkal. A törő hengerből kikerülő 1,2 mm szemnagyságú ércet  $1500 \times 600$  mm-es golyós malomban őrlik 35 csokros szitán áteső szemnagyságig. A malomban az ércet meleg levegővel szárítják. A 10. táblázat a fizikai feltárás mértékéről tájékoztat. Ha a pörkölést és lúgzást vesszük figyelembe, az őrlést elegendő lenne 8 csokros szitán áteső szemnagyságig végezni, azonban a szivattyúk munkáját a zagy átszivtatása alatt lényegesen megkönnyítik azáltal, hogy az ércet 95%-ban 35 csokros szemnagyság alá őrlik.

10. TÁBLÁZAT

## Szitaelemzési eredmények

Szitaosztályok csokorszáma		Őrölt érc	Pörkölék	Lúgzási maradvány
— 35	+ 35	3,37	1,13	0,69
— 48	+ 48	2,86	1,02	1,94
— 65	+ 65	6,50	3,18	1,56
— 100	+ 100	11,29	14,09	0,52
— 150	+ 150	37,43	20,16	8,52
— 200	+ 200	20,91	31,27	6,78
		17,74	29,15	80,89

A pörköléskor következtében előálló ércvesztés az aprításnál és őrlésnél 4–6%-ot tesz ki. A veszteség csökkenthető zsákszűrők felszerelésével.

**Redukáló pörkölés.** Az őrölt érc a redukáló pörköléshez kerül. A pörkölés rendszerint forgódobos kemencében történik; a kemence termelőképességét (6 tonna/nap) összehangolták a kísérleti üzem többi részének kapacitásával. Üzembe helyeztek egy 1500 mm átmérőjű Wedge-kemencét is, amelynek 10 tokos és egy szárító etázsa volt, abból a célból, hogy össze tudják hasonlítani annak üzemét a forgódobos kemencéjével. A Wedge-kemence fűtésére és az érc redukálására egyaránt pakurát használtak. A kísérletnél az volt a feltétel, hogy az  $\text{MNO}_2$  hatásos redukciója végett a redukáló zóna hőmérsékletét  $700^\circ\text{C}$  felett kell tartani, mivel ilyen körülmények között az ércben lévő Mn 95–98%-a kilúgozható. A kemence kapacitása 20 t érc/nap volt. A pakurafogyasztás a száraz érc súlyának 6%-át tette ki, ennek 45%-a fűtésre, 55%-a redukálásra szolgált. A redukálásra szolgáló pakurát a kemence 10. etázsán adták fel. A forgódobos pörkölő kemence szintén tokos kivitelű, 7,5 m hosszú, téglával bélelt acélköpeny, amelybe 5 db. 250 mm Ø-jű cső van elhelyezve egymástól egyenlő távolságban. Az ércet ezekbe a csövekbe adagolják a szükséges pótlékokkal együtt. A redukálásra és fűtésre itt is pakurát használnak. A fűtő gázok a csövek és a köpeny közötti teret töltik meg és nem érintkeznek a redukálendő ércel. A csövekben végighaladó érc a kemence végén egy különleges berendezésbe esik ki, ahol 100 G fokra hűl le. A Wedge-kemencénél is hasonló módon történik az érc lehűtése. Hogy a forgódobos kemence csöveibe még cse-

kély mennyiségű levegő se juthasson, azokon a legkisebb nyílást sem szabad megengedni. A redukáló gázok  $\text{CO}_2$ -tartalma a csövek végén 1–1,5%. Ha a pörkölést helyesen végzik, az ércben lévő mangán 95–98%-a oldható alakba megy át.

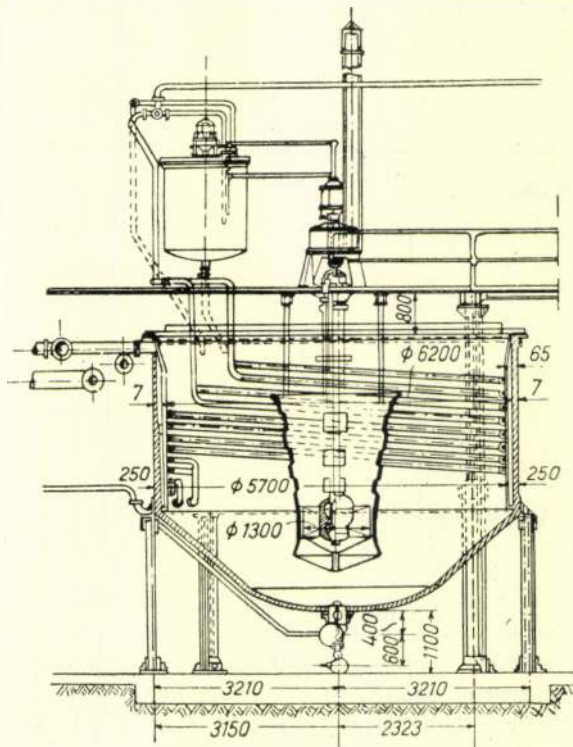
## Az érc redukálásának főbb adatai:

az érc Mn-tartalma	— — — — —	32,53%
az érc nedvességtartalma	— — — — —	3,43%
a pörkölék mennyisége kg/100 kg érc	— — — — —	85,—%
a pörkölék mangántartalma	— — — — —	37,90%
pakurafogyasztás redukálásra kg/100 kg érc		5,50
pakurafogyasztás fűtésre kg/100 kg érc		13,50
hőmérséklet az izzító zónában		$700^\circ\text{C}$
a fűtőgázok hőmérséklete a csövek végén		$275^\circ\text{C}$
a redukáló gázok hőmérséklete a csövek végén		$175^\circ\text{C}$

A pakurafogyasztás a csöves kemencénél ezek szerint összesen 19 kg/100 kg érc — szemben a Wedge-kemence 6 kg/100 kg érc fogyasztásával — ami azzal magyarázható, hogy

1. a Wedge-kemence nagyobb, következésképpen a fajlagos sugárzási veszteség kisebb.

2. A Wedge-kemencében be lehet tartani az ellenáramlás elvét.



7. ábra

**Lúgzás.** A lúgzás szabad kénsavat tartalmazó elektrolit véglúggal történik olyan módon, hogy  $2,4 \times 3,0$  m méretű saválló téglával bélelt, acélköpenyes kádakba szivattyúznak 12–14  $\text{m}^3$  elektrolitvéglúgot, azután az ércet adagolják be. Az érc adagolása kb. 30 percig tart. A lúgzás alatt rozsdáálló



12. TÁBLÁZAT

Az oldatok összetétele a lúgtisztításhoz  
(g/liter)

	tisztítás oldat	Kénhidrogénes kezelés után	FeSO <sub>4</sub> -es kezelés után
Mn	35,8	35,1	34,4
(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	139,6	139,5	139,2
Cu	0,04	0,00008	0,00008
Fe	0,003	0,0015	0,0002
As	0,0014	0,0006	0,00015
Ni	0,001	0,001	0,001
Co	0,001	0,001	0,006
Mo	0,0005	0,0005	0,0003

acélból (CrNi) készült propellerrel kavarnak (7. ábra). Az érc adagolása után kénsavat és ammóniumsulfátot adagolnak olyan arányban, hogy a lúgzás végén az oldat Ph-ja 2,5 körül legyen, az ammóniumsulfátkoncentráció pedig 135–140 g/liter. A lúgzás periódikus, egy-egy periódusa kb. 1,25–1,3 óráig tart. A 10. táblázatból látható, hogy a lúgzási művelet alatt meglehetősen sok iszap keletkezik. A kénsavfogyasztás 0,25 kg/kg oldatba vitt Mn.

A lúgzás befejezése után ugyanazon lúgzőkádban 6,5 Ph-ig neutralizálják az oldatot, ammóniával vagy pörköléssel.

A közömbösített zagy a I. Dorr-sűrítőbe kerül, ahol a szilárd részt elválasztják az oldattól. A túlfolyó oldat a lúgtisztításhoz, a zagy pedig 5 sorbakapcsolt Dorr-sűrítőben megvalósított ellenáramú mosáshoz, majd a hányóra kerül.

A lúgzási maradvány mosására szolgáló lehető leggazdaságosabb berendezés kiválasztása sok gondot okozott. A maradvány nagy mennyiségű iszapot és nagytömegű vas (III.) hidroxidot tartalmaz, ezért nem igen szűrhető. Próbálkoztak centrifúgák alkalmazásával is, de teljesen sikertelenül. Legjobbnak a sorbakapcsolt Dorr-sűrítőben való ellenáramú dekantálás bizonyult, egyszerű és olcsó kezelhetősége miatt. Ilyen berendezés alkalmazása esetén a meddővel a hányóra kerülő Mn-mennyisége nem haladja meg az érc Mn-tartalmának 1,5%-át.

A 11. táblázatban a lúgzáshoz kerülő és a lúgzásból kikerült, a neutralizált és a lúgtisztításhoz kerülő oldat elemzési eredményeit találhatjuk.

11. TÁBLÁZAT

	Elektrolit végfűg	2,5 PH-jú oldat	6,5 PH-jú oldat	mosóvízzel egye- sített oldat
Mn	10,5	37,5	36,5	34,7 g/l
(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	136,2	137,8	144,6	137,6
Fe	0,0015	0,16	0,001	0,001
As	0,005	0,02	0,0018	0,0017
Ni	0,001	0,001	0,001	0,001
Co	0,001	0,001	0,001	0,001
Cu	0,006	0,04	0,01	0,0095
SiO <sub>2</sub>	1,39	1,29	0,03	0,0285
MgO	11,8	12,4	12,4	11,8
CaO	1,20	1,25	1,25	1,20
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,01	0,29	0,01	0,01
Mo	0,0007	0,008	0,005	0,0048

**Lúgtisztítás.** A lúgtisztításhoz a lúgzásból kikerült neutralizált és a mosásból származó 75–90 g/l. (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>-et és 16–20 g/liter Mn-t tartalmazó oldat elegye kerül.

A lúgtisztítás két lépésben történik. Az első lépésben az oldattól a nehéz fémeket távolítják el (Cu, Ni, Co, stb.). A kiejtés kénhidrogénnel való kezelés révén történik a már leírt módon. A második lépésben a kolloidkenet, kolloidszulfidokat és a kis mennyiségben jelen levő As-t és Mo-t távolítják el vas (II.) szulfát-adagolással és folytatódólagos oxidációval (l. előbb!).

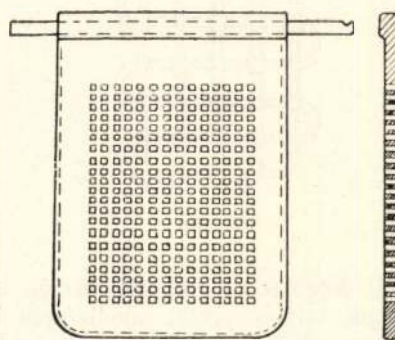
A 12. táblázat a lúgtisztítás egyes fázisainak eredményességéről ad tájékoztatást az oldatok összetételének ismertetése révén.

A lúgtisztításra a lúgző kádakhoz hasonló szerkezetű, saválló téglákkal bélelt kádakat használnak (7. ábra).

**Elektrolízis.** A kísérleti üzemben 10 sorbakapcsolt elektrolizáló kádat állítottak fel. Az ólommal bélelt kádak belső méretei a következők: hosszúság: 2850 mm, szélesség: 750 mm, magasság: 1050 mm. Minden kádban 28 anód és 27 katód van. Az elektrodák középpontjainak távolsága 87 mm. Az elektrolizáló mű egyenáramú elektromos áramot kap egy 450 kw teljesítményű motorgenerátor-egységtestől.

Az oldat a kádakba 50 mm átmérőjű ólomcsöveken jut be. A kádakban az elektrolitot áramoltatják, az áramoltatás sebességét gumival bevont szelepekkel szabályozzák.

A katódlemezek 450 × 900 × 1,5 mm méretűek. Az anódlemezek 375 × 800 × 6 mm-esek; az anódikus áramsűrűség növelése végett — ami az MnO<sub>2</sub>-képződést csökkenti — az anódákat átlukgatják (8. ábra).



8. ábra

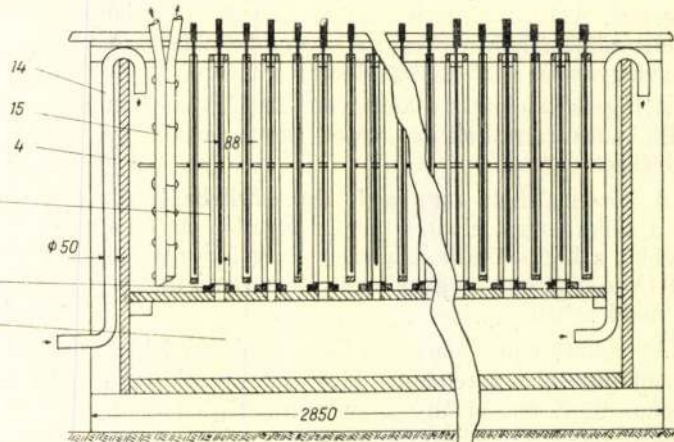
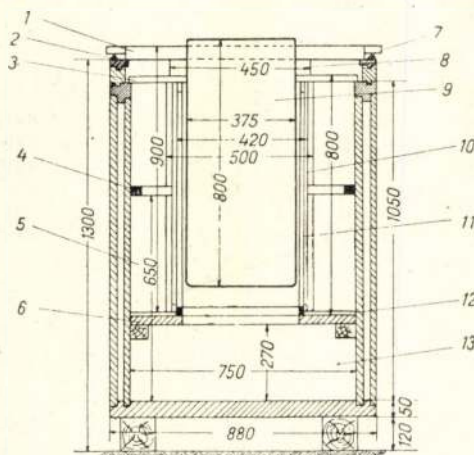
Az elektrolízis az adott körülmények között csak diafragmákkal felszerelt kádakban folyhat. A kísérletek kezdetén a katódokat vonták be vászon diafragmákkal; ily esetben a katódot minden katódhoz külön kell vezetni. Később az anódokat vették körül diafragmával. Ezt úgy oldották meg, hogy az anódokat a felső végükön nyitott, oldalt vászonnal borított fageretekbe helyezték. Az anódkeretek alul a fenéktől 250 mm magasságban elhelyezett kivágásokkal ellátott falpra (második fenékre) támaszkodtak.



(9. ábra.) A felső fenéken lévő kivágások megfelelnek az anódkeret szélességi méretének, így módon a kád alsó részén lévő, két fenék közötti térrel csak az anolit érintkezik közvetlenül. Ide kerül az anód-

Az anolit összetétele, g/liter

mangán	.. .. .	8—10
ammóniumsulfát	.. .. .	135—140
kénsav	.. .. .	40—50

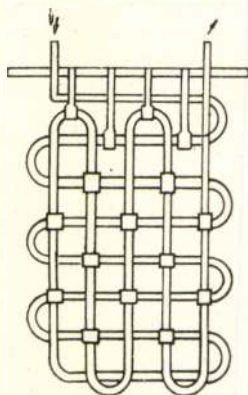


9. ábra:

1. anódtartó rud, — 2. áramvezető sín, — 3. anódkeret-tartórúd, — 4. katódkeret-erősítő, — 5. katódtér, — 6. belső fenék, — 7. katódtartó-rúd, — 8. katód, — 9. anód, — 10. katód keret, — 11. diafragma, — 12. anódkeret, erősítő, — 13. iszap-gyűjtő anódtér, — 14. katolit-bevezetés, — 15. ólomhűtőcső, — 16. anolit-vezetés.

iszap is. Az anolit a kádból ólomcsöveken át távozik, amelyeknek kádba nyúló vége a két fenék közötti térbe ér. Az elektrolitot ólomból készült hűtőcsövekben (10. ábra) cirkuláló hideg vízzel hűtik. A kád

A katódcsapadék lehúzásának időköze, óra 24  
1 katódról lehúzott Mn mennyisége, kg 4,5—5,5  
Aramhatásfok, % .. .. . 60—65  
Elektromos energiafogyasztás  
(egyenáram), kWó/kg Mn .. .. 8—8,7



10. ábra

6—8 héten át dolgozik folytonosan, ezután leállítják és kitisztogatják: eltávolítják az anódiszapot és kicserélik a kalciumsulfáttal telítődött diafragmákat. Az alábbiakban az elektrolizáló üzem néhány fajlagos adatát soroljuk fel:

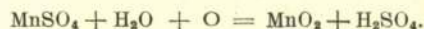
Aramsűrűség:

anódikus A/m <sup>2</sup>	.. .. .	870—970
katódikus „	.. .. .	490—540
Kádfeszültség, Volt	.. .. .	5,0—5,3
Betáplált elektrolit összetétele, g/l		
mangán	.. .. .	34—36
ammóniumsulfát	.. .. .	135—140
kéndioxid	.. .. .	0,15
A katolit összetétele, g/liter		
mangán	.. .. .	8—10
ammóniumsulfát	.. .. .	155
kéndioxid	.. .. .	0,10

A kádból kiszedett katódokat a mangán oxidációjának megelőzése végett 1%-os kálium- vagy nátriumkromát-oldatba mártják, majd vízsugárral lemosás és levegőn szárítják.

A katódcsapadék leszedése rázással vagy gumikalapáccsal való ütögetéssel történik. Kis mennyiségű fémes mangán visszamarad a katódlemezekben, ezt az elektrolitveglúggal leoldják; ezután a katódlemezeket vízzel mossák és négy hónaponként polírozásnak vetik alá.

A kísérleti üzem munkájának első szakaszában ólomból készült anódokat alkalmaztak. A gyakorlat azt mutatta, hogy ez esetben az anódokon nagymennyiségű mangándioxid-csapadék keletkezik a következő reakcióegyenlet szerint:



Az anódon lerakódott mangán mennyisége a katódcsapadékhöz viszonyítva eléri annak 25%-át. A későbbiekben megelőző laboratóriumi kísérletek alapján 1% ezüsttel ötvözött ólomanódákat használtak. Ilyen összetételű anód alkalmazása esetén az anódikus áramsűrűségnek az anódok perforálása révén eszközölt egyidejű emelésével — aminek eredményeképpen a hatásos anódtér 40%-ra csökkent — a mangándioxid-képződés mértéke jelentős mértékben kisebbedett. Az anódon levált fém mennyisége a katódon leválthoz viszonyítva 0,0075-re csökken. Az ólommal szemben az ólomezüst-ötvözetekből készült anódok alkalmazása esetén az üzemeltetési költségek csökkentek és lehetővé vált az anódoknak diafragmákkal való bevonása a katódlemezek bevonása



helyett. Az előbb leírt diafragmázási módszernek nagy előnye, hogy a kádnak elektrolittal való táplálása egy ponton történik, a katódlemezek diafragmázása esetén alkalmazott 27 helyett.

Kísérleteket végeztek a mangánnak alumíniumkatódra való lecsapásával kapcsolatban. Az alumíniumkatódlemezeknek igen sok előnyük van, többek között az elektrolitban oldhatatlanok, kicsi az elektromos ellenállásuk és nagy rajtuk a hidrogéntúlfeszültség. A kísérletek során azonban kiderült, hogy a mangánelektrolízisnél az alumíniumkatódok teljesen használhatatlanok, mivel a katódra levált mangán ahhoz teljesen hozzáragadt. Hogy ezt a hiányosságot kiküszöböljék, különböző módszereket próbáltak ki az alumíniumlemezek felületi megmunkálására, de ezek közül csak egy ért el teljes értékű eredményt. Ez utóbbi módszer abban áll, hogy az alumíniumkatódlemeze alumíniumport hordanak fel. Ezzel lehetővé válik a csapadék leszedése, de a később alkalmazott katódokkal szemben az ilyen módon készített katódok is háttérbe szorultak. A továbbiakban 17% krómtartalmú acéllemezekkel kísérleteztek. Mivel ez az acél a szulfátos és kénsavas oldatban korrózióra hajlamos, későbbiekben nikkellel és molibdénnel is ötvöztött rozsdálló acélokat kezdtek alkalmazni. A 18% króm, 8% nikkel és 2% molibdén-tartalmú acélok bizonyultak a legmegfelelőbbnek, mivel ezek az elektrolit korrodáló hatásával szemben ellenálltak, és a felületnek tükrösírára való megmunkálása esetén a katódcsapadékot róluk könnyen el lehetett távolítani (rázással). A katódlemezeket a polírozás után 50 g/liter  $\text{SiO}_2$ -t tartalmazó nátrium-hidroxid-oldatba mártják, hogy eltávolítsák azokat a sókat, amelyek a polírozás során a felületre ragadtak, másrészt, hogy a katódlemez felületén vékony szilikát-réteget hozzanak létre, amely később a katódcsapadék leszedését megkönnyíti. A szilikátos megmunkálás alkalmazásának bevezetése után a katódlemezek polírozására csak négy naponként volt szükség, és nem naponként, mint régebben. A 13. táblázat tanúsága szerint az elektrolízisnél az áramsűrűséget széles határok között változtathatjuk anélkül, hogy ez az áramhatásfokra nagyobb befolyással volna. Ami a levált fém minőségét illeti, az általában sima felületű volt, azonban az áramsűrűség növekedésével

kis mérvű durvulást figyeltek meg. A kísérleti üzemben 24 óra hosszatt tartó elektrolízis során 540 A/m<sup>2</sup> áramsűrűség mellett igen durva szemű mangánt kaptak.

A kísérleti üzem munkájából kitűnt, hogy 440—540 A/m<sup>2</sup> és 24 órás katódlehúzási időköz alkalmazása esetén az áramhatásfok 60—65% között ingadozik, a kádfeszültség pedig 5—5,2 Volt.

Az elektrolízishez kerülő oldat mangán-, ammónium-, kalciumsulfátot tartalmaz, és kis mennyiségben más szennyezők szulfátjait, melyeknek összes mennyisége nem haladja meg az 1—2 mg/litert. Az elektrolit kalciumsulfát-tartalmát annak oldhatósága határozza meg, mely a többi sók koncentrációjától függően 1—2 g/liter között ingadozik. A kádba betáplált elektrolit  $p_H$ -ja 6,5—7 között van. Az elektrolízisből kivett oldat mangántartalmát a lehető legkisebb értékre kell csökkenteni, mert ezen az úton nemcsak a lúgzás, lúgtisztítás és elektrolízis folyamataiban cirkuláló oldat mennyisége csökken le, hanem csökken a mangánhidroxid képződésének lehetősége is. Laboratóriumi kísérletek során az optimális mangánkoncentráció 12 g/litert tett ki. A kísérleti üzemben azt találták, hogy a katolit mangántartalmát 7,5-től 14,5 g/liter között változtatva az áramhatásfok nem csökken. 7,5 g/liter érték alatt a levált csapadék oldódása vált lehetségessé, 14,5 g/liter fölött a dendrit-képződés mértéke rendkívüli módon megnőtt. Ha az oldatban mangánhidroxid van jelen, ez az elektrolízis folyamatára károsan hat; kis mennyiség jelenlétében a katódon dudorok és dendritok képződnek, amelyek az áramhatásfokot csökkentik, ugyanakkor az áramhatásfok progresszív csökkenése esetén hidroxid-csapadék válik ki, és a katód fém színe világos szürkétől bronzárnyalatú sötétig változik; a katódlemezek lenyúzása megnehezül. Nagy mennyiségű mangánhidroxid jelenlétében a mangánnak a katódra való leválása megszűnik. A katolitban lévő hidrogénionkoncentráció nemcsak az áramhatásfokra, hanem a levált katód fém minőségére is hatással van.

14. TÁBLÁZAT

A katolit  $p_H$ -jának az áramhatásfokra és a katód fém minőségére gyakorolt hatása

A katolit $p_H$ -ja	Áramhatásfok %-ban	A katód fém minősége
2,1	31,5	fényes a széleken korrodált
3,4	37,0	" " " "
2,1	54,2	" " " "fényes"
7,65	57,5	" " " "
8,08	58,8	világos szürke
8,30	58,0	" " " "
8,50	54,5	sötét szürke

#### Megjegyzés:

A kísérletet a következő körülmények között hajtották végre:

hőmérséklet.....	30 C°
áramsűrűség .....	470 A/m <sup>2</sup>
az oldat mangán-tartalma.....	12—15 g/liter
az oldat (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> -tartalma .....	140 g/liter

A 14. táblázatban laboratóriumi kísérletek eredményeit láthatjuk a katolit  $p_H$ -jának az áramhatásfokra és

13. TÁBLÁZAT

Az áramhatásfok és a katódikus áramsűrűség összefüggése

Áramsűrűség, A/m <sup>2</sup>	Áramhatásfok %
200	60,0
400	64,0
500	66,0
600	65,0
700	62,8

#### Megjegyzés:

A kísérletet a következőképpen hajtották végre:

a katolit mangántartalma	15 g/l
a hőmérséklet	30 C°
a katolit $p_H$ -ja	8
ammóniumsulfát-tartalom (NH <sub>4</sub> -ra számítva)	150 g/l
1 katódra való lecsapás ideje	2 óra



a katódfehérítés minőségére gyakorolt hatásával kapcsolatban. Kísérleti üzemen ugyanezeket az eredményeket kapták, kivéve az áramhatásfokot, amely 8,1—8,4  $p_H$  között 60,5—65%-kal volt egyenlő.

6—8  $p_H$  határok között az ammóniumsulfátnak a hidrogénionkoncentrációra puffer-hatása van. Ha a katólit  $p_H$ -ja emelkedik, úgy az arról tanúskodik, hogy az elektrolit hőmérséklete megváltozott, valamint annak ammóniumkoncentrációja, mangánkoncentrációja kedvezőtlen értéket vett fel, illetőleg káros szennyezők dúsultak fel az elektrolitban. A katólit  $p_H$ -jának 8 alá esése akkor következik be, ha a diafragmák jelentős mértékben elhasználódtak és emiatt a savas anolit átjuthat a katódtérbe.

Gazdaságossági szempontokat tekintve a mangánelektrolízist célszerű magas hőmérsékleten végezni, mivel ez esetben az elektrolit hűtésének energia- és anyagfogyasztása csökken, és emelkedik az elektromos vezetőképessége. Az oldat hőmérsékletét az elektrolizáló kádban 25—37° határok között tartják. Ezen hőmérsékletközben jó minőségű katódcsapadékokat kapnak kielégítő áramhatásfokkal. Az elektrolit hőmérsékletének 37° C fölé való emelése esetén a katódfehérítés minősége rosszabbodott, ami abban nyilvánult, hogy a levált fém fényessé vált és megnőtt a dudorok és dendritok képződésének a mértéke, következésképpen csökkent az áramhatásfok is. A hőmérsékletnek 20° alá való süllyesztése esetén apró szemű katódcsapadékokat kaptak és észrevehetően csökkent az elektromos vezetőképesség az elektrolitban.

Mivel a katódfehérítés általában egyenlőtlen fémleválás volt észlelhető — dudorok és kinövések képződtek —, kísérleteket kezdtek abból a célból, hogy kiválasszanak olyan szerves anyagot, amelynek hozzáadása esetén a levált fém minősége javulna. Ennyivel, zselatinnal, gumiarabikummal, stb. kísérleteztek, azonban a megvizsgált anyagok közül egy sem gyakorolt pozitív hatást a katódcsapadék minőségére, sőt némelyik káros volt.

Kalcium- és magnéziumsókban az oldatban való jelenléte általában nincs hatással az elektrolízisre, azonban, ha az oldhatóság határán túl dúsulnak, kikristályosodnak, ami a szelepek, csővezetékek és szivattyúk eltömődéséhez vezet. Normális körülmények és a szokásos hőmérséklet mellett az oldat kalciumtartalma (CaO-ra számítva) 0,9—1,2 g/liter, magnéziumtartalma (MgO-ra számítva) 11—14 g/liter között változik.

A magnéziumnak az oldatból lehűtés révén való eltávolításakor — mint láttuk — magnézium-mangán-ammóniumsulfát komplex só csapódik le. Mivel az oldatból kieső mangán és ammóniumsulfát mennyisége jelentős, különböző eljárásokat dolgoztak ki a komplexsók felhasználására; ezek legnagyobb részt bonyolultak és drágák voltak. Jelenleg a komplex sók legjobb felhasználási lehetősége a műtrágyaként való alkalmazás. A kiejtés az oldatnak 20 fokra való lehűtésével történik, melyet centrifugálás követ. A komplexsók összetétele átlagban a következő: 4—5% mangán, 4—5% magnézium, 34—36% ammóniumsulfát és 28—30% víz. A komplexsók kiesésével kapcsolatos mangánvesztés a kiinduló mangánérc mangántartalmának majdnem 3%-át éri el.

### *A szegény mangánérc üzem méreteiben való feldolgozása*

A következőkben két üzem leírását adjuk, amelyek szegény mangánérc feldolgozásával foglalkoznak. Az egyik üzem kénsavas anolittal való lúgzással előállított mangánsulfát-oldatot elektrolizál, a másik a szegény mangánércet kénsavval való lúgzás révén dúsítja.

#### *Elektrolitmangán előállítás*

1944. körül az Egyesült Államokban (Knoxwillben) 1500 tonna évi termelésű üzemét állítottak fel. Ebben az üzemen a mangán előállítás műveleti sémája főbb jellemvonásokban megegyezik a fentebb leírt kísérleti üzemnek a sémájával.

Az üzem kezdő periódusában karbonátos mangánérceket dolgoztak fel. Később olyan ércelegyek feldolgozására került sor, amelyeket dús mangánérceknek a helyi hányóra kerülő oxidos ércekkel és az üzem környékén települt vegyi gyáraknak a hulladékaival való keverése útján nyertek. Eltekintve attól, hogy a karbonátos ércekből a mangán kilúgítása közvetlenül történik, a redukáló pörkölés megkerülésével, feldolgozásuk nagyobb kénsavfogyasztásuk miatt mégis kevésbé gazdaságos, mint a pörkölésre szoruló oxidos érceké. Az üzemen feldolgozott ércekeverék átlagos mangántartalma 32% körül mozgott.

A lúgzás előtt az ércet szárítással egybekötött őrlésnek és redukáló pörkölésnek vetik alá. Az őrlés golyós malmokban, a redukáló pörkölés két db, egyenként 1 tonna/nap termelőképeségű csöves forgó kemencében történik. A pörkölőkemence két csőből áll, amelyeknek a belső átmérője 0,3 m, hossza pedig 9 méter. Az egyik cső különleges acélból készült és nikkelkróm-ellenálláselemekkel fűtött kamrában van elhelyezve. A kemencének közönséges vasból készült másik részét a redukált érc lehűtése végett vízzel permetezik. Az ércet és a redukáló anyagot a fűtött csőbe adagolják, ugyanitt szívják fel a redukció gázalakú termékeit. Az érc a kemencének előbb a fűtött, majd a hűtött részén áthaladva, szállítószalagra hull rá, mely azt a tárolóba viszi. Az elektromos fűtés alkalmazása lehetővé teszi a redukáló pörkölés hőmérsékletének pontos szabályozását. Az érc mangántartalmának kb. 98%-a marad a pörkölésben.

A lúgzás periódikusan, hat db, egyenként 30 m<sup>3</sup> űrtartalmú lúgzó kádban történik. A kádakat acélból készítették és gumival bélelték. A lúgtisztításra 5 db, 37,5 m<sup>3</sup> űrtartalmú kádat használnak. A mangánérc lúgzásának és a lúgtisztításnak az üzemen a következő különleges sajátosságai vannak:

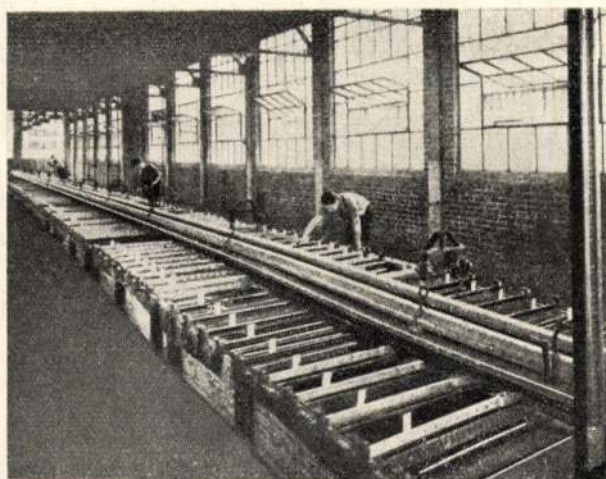
1. A lúgzásból kikerült oldatoknak a neutralizálása — a vas-, alumínium- stb. hidroxidoknak a leválasztása végett — nem ammóniával, hanem mészzel történik.

2. A lúgzási maradványnak az elválasztása és kimosása egy db, 12 m átmérőjű sűrítőben és ezt követően kétféle szűrővel és a szűrőkön való mosással történik, tehát nem ellenáramú dekantálással. Ezt a mosási módszert az határozta meg, hogy az üzem igen kis helyen rendelkezett. Az eljárás stádiumában a mangánvesztés kb. 3%-ot tett ki.



3. A réz, nikkel, kobaltnak szulfid-alakban való kiejtése nem kénhidrogénnel, hanem ammóniumsulfiddal történik.

4. A kolloidszulfidok és az arzén eltávolítása nem vashidroxidon való abszorbeálással, hanem különleges módszerrel történik, amelynek sem lényegét, sem részleteit nem közölték.



11. ábra

Az elektrolizáló csarnokban 48 sorba kapcsolt kádat állítottak fel (11. ábra). Egy kádban 21 anód és 20 katód van elhelyezve. Az elektrolizáló csarnok áramellátását egy 6000 Amp-es, 270 Voltos motor-generátor-egyesítés biztosítja. A katódikus áramsűrűség  $430 \text{ A/m}^2$ . Az elektrolizáló kádban a katódokat diafragmázzák, és minden katódhoz külön vezeték vezet az elektrolitot. A kád nyolc héten át dolgozik folytonosan, ami után kikapcsolják a tisztítás és a diafragmák kicserélése végett. Az anolitot a kádból kivezetik és hűtőtornyokba viszik át, aminek eredményeképpen:

- az oldat a külső hőmérsékletre hűl le,
- az oldatból komplex magnézium-, és kalcium-ammónium-mangánszulfát válik ki (havonta kb. 90 tonna komplexsó keletkezik, amelyet mint műtrágyát értékesítenek),
- az oldat térfogata csökken a párolgás miatt.

Az anódokat ón-, antimon- és kobalt-tartalmú ólomötvözetből készítik. Az anódok élettartama 18 hónap. Az anódatérben képződő mangándioxid mennyisége nem haladja meg a 2,5%-ot. Az anódiszapot a lúgzáshoz adják vissza. A katódokat króm-nikkel-molibdén-ötvözetből készítik 18% Cr, 12% Ni, és 2% Mo-tartalommal. (A többi vas!)

*Szegény mangánérc*ek dúsítása kénessavas lúgzással. Az üzemet két évi félüzemi kísérletek eredményei alapján állították fel. A gyárnak a terméke mangán (III) oxid, amelyet vasötvözet-gyárnak adnak el, hogy ez azt szegény mangánércekkel együtt ferromangánra olvassza. Bár az üzem csak egy évig volt üzemben, mégis bebizonyította, hogy szegény mangánércekből lehetséges jó minőségű mangán (III) oxidot nyerni, azonban a gyártás nem mutatkozik gazdaságosnak a magas önköltség miatt.

Az üzemben az érces zagyot szárító jellegű őrlés után tornyokban  $\text{SO}_2$ -vel dolgozzák fel, aminek eredményeképpen az  $\text{MnO}_2$  mangánszulfáttá és mangánditionáttá alakul át. A zagy a toronyból ellenáramú mosáshoz kerül. A mosásból kikerült oldatba kevés kénsavat, majd friss ércet adnak, azután mangán (II) oxiddal neutralizálják. A lecsapódott alumínium- és vas (III) hidroxidot leszűrik és a neutralizált oldatból bepárlás után mangánszulfátot, mangántioszulfátot és alkálitioszulfátokat kristályosítanak ki. A kapott sókat pörkölik, ennek eredményeképpen mangán (III) oxidot és  $\text{SO}_2$ -gázt kapnak, mely utóbbit a lúgzótornyba vezetik. Mivel a mangán (III) oxid a hevítésre el nem bomló nátriumsulfát alakjában sok kenet tartalmaz, a pörkölés után halmokban vizes lúgzásnak vetik alá. A halmokba rakott pörköléket vízzel permetezik, mely annak nátriumsulfát-tartalmát kioldja. A következőkben részletesebben tárgyaljuk az eljárás fontosabb fázisait:

A lúgzás tornyokban történik. A megelőző kísérleti üzemben hosszú ideig tartó kutatásokat végeztek, hogy megállapítsák, milyen berendezés a legalkalmasabb a mangánérc  $\text{SO}_2$ -vel való lúgzására. Kavaró kádakkal és ferde lapokkal ellátott tornyokkal kísérleteztek. Utóbbiak egyszerűsége miatt a tornyokban való lúgzást részesítették előnyben. Nem szabad azonban figyelmen kívül hagyni, hogy az üzemben olyan ércet dolgoztak fel, amely főleg puha, porózus, az  $\text{SO}_2$ -vel könnyen reagáló ásványt tartalmazott. Az ilyen érc tornyokban is lúgozható. Más érceknek lúgzó tornyokban való feldolgozása azonban nehézségekbe ütközik, azonkívül az itt említett érc is jobb hatásfokkal lúgozható kavaró-lúgzó kádokban. Az üzemben feldolgozott érc átlagos összetétele következő volt:

18—29 % mangán	1—1,5 % nátrium
25—42 % kovács	9,5—12,5 % egyéb
0,9—1,7 % magnézium	1—2,1 % kalcium
0,6—1,2 % széndioxid	0,6—0,8 % kén
1,3—2 % vas	1,8—2 % kálium
7—8,5 % timföld	

A lúgzáshoz kerülő ércet úgy őrlik, hogy 80%-a átmenjen a 200 csokros szitán. Az ércből való mangánkihozatal függ az oldat  $\text{pH}$ -jától. Erre vonatkozólag jellemzőek a következő adatok: 3,5  $\text{pH}$ -nál a mangánkihozatal 80%, 2—2,8  $\text{pH}$ -nál pedig 95%. A közepes mangánkihozatal 85%.

A lúgtisztítás célja az, hogy eltávolítsák az ércből oldódott szennyezőket még a bepárlás előtt, valamint, hogy közömbösítsék az oldatot, elkerülendő a bepárlók korrodálódását. Az első időkben nagyobb nehézségek álltak elő abból kifolyólag, hogy a bepárlókban, amikor a telített oldatok  $\text{pH}$ -ja 3-mal volt egyenlő,  $\text{SO}_2$  vált ki. Az  $\text{SO}_2$  fölöslegét kénsavaddal távolítják el, ez a biszulfátionokat kénessavvá alakítja át, amelyet úgy oxidálnak, hogy az oldathoz kis mennyiségű friss ércet adnak. Ezen eljárás bevezetése után az oldat  $\text{SO}_2$ -tartalma 2 g/literről 0,1 g/literra csökkent.

A szabad  $\text{H}_2\text{SO}_4$  közömbösítésére mangán (II) oxidot használtak, minthogy a mangándioxidot tartalmazó friss érc erre használhatatlan. A mangán (II) oxidot a telített oldathoz olyan arányban adták, hogy a  $\text{pH}$  kb. 5,5-re emelkedjék. Ilyen körülmények



között a vas (III)- és az alumíniumhidroxid az oldatból kiesik. Az oldat réztartalmát 100 mg/literről 10 mg/literre szorították le azáltal, hogy az elméletinek kétszeresére rúgó mennyiségű cinkport adtak az oldatba. A tisztításhoz szükséges  $\text{MnO}$ -t az  $\text{MnSO}_4$  pörkölése útján nyerik. Az üzemben előállított végtermék tipikus összetétele:

64,78	%	mangán
0,25	%	kén
0,56	%	vas
0,01	%	foszfor
2,82	%	kovasav.

Az összeállítás alapjául szolgált:

I. N. Plakszin i D. M. Juchtanov: Gidrometallurgija. Moszkva 1949. Metallurgizdat.

A mangán hidrometallurgiával kapcsolatos újabb irodalom.

1. R. I. Agladze: Tyehnológija polucsenyija metallicseszko manganca elektrolizom. (Invesztija A. N. SzSzSzR. otgyelenyije tyehnyicseszkih nauk. No. 1—2. 1942.)
2. Trudü Tbilisszkovo insztyituta Akademiji Nauk Gruzinzkoi SzSzR, Tbiliszi, 1942.
3. Ju. B. Klimenko i A. P. Kvaszkov: Chimicseszkoje obogascsenyije mangancevüch rud. Metallurgizdat, Szverdlovsk, 1942.
4. Transactions of the American Institute of Metal Engineering v. 159 (1947.) p. 408.
5. Engineering and Mining Journal. 1946. 7. p. 58.
6. C. L. Mantell: Industrial electrochemistry. New York. 1940.
7. Metal Industry V. 66. febr. 16. 1945. p. 101—12 és march. 2. 1945. p. 136—137.
8. J. H. Jacobs: Electrowinning of manganese from domestic ores. (Bureau of Mines. Report of Investigation. 4163. Dec. 1947. 19. p.)
9. D. Schain: Preparation of manganese electrolyte from manganese mattes and pure oxides. (Bureau of Mines. Report of Investigation. 3976. Oct. 1946. 16. p.)
10. B. V. Drozdov: Gidro-elektrometallurgija cvetnüh metallöv, 1938.
11. Ju. V. Bajmakov: Elektroliz v metallurgiji, 1939.
12. V. G. Agajenkov i I. A. Kokovszkij: Elektrometallurgija vodnüh rasztroto, 1947.
13. W. L. Hammerquist: Producing an alloying element of high purity (Journal of Chemical Education, V. 25. July 1948. p. 392—393.)
14. J. H. Jacobs and P. E. Churchward: Electrowinning of manganese from chloride electrolytes. (Journal of the Electrochemical Society V. 94. Sept. 1948. p. 232—243.)
15. C. L. Mantell: Commercial Production of electrolytic manganese. (Journal of the Electrochemical Society. V. 94. Nov. 1948. p. 232—243.)
16. I. H. Jacobs, R. I. Knickerbocker: The effect of manganese (Electrochemical Society Preprint. 86—10. Oct. 16. 1944. 9 p.)
17. dr. Horváth Zoltán: Manganoszulfátos oldatok előállítása szegény mangánércből. Sopron. Doktori értekezés.
18. A. E. v. Arke: Reine Metalle. Julius Springer, Berlin. (1939.)
19. D. M. Liddell: Handbook of Non-Ferrous Metallurgy McGraw-Hill Book Co., New York—London (1945).
20. Engineering and Mining Journal (1936) 510. o.
21. Chemical Zentralblatt (1936) I. 4798. o. és (1937) I. 3608. o. és 2447. o.
22. Metall und Erz (1947) 14. oldal.
23. P. B. Sivotinszkij és S. A. Szarackij. Zsurnal Prikladnoj Chimii (1939) 200. és 635. oldal.
24. R. I. Agladze: Metallurg. 14. No. 9 (1939) 15—39. oldal 59 273. számú, valamint az 59 306. számú orosz szabadalom.
25. 2 119 560 számú amerikai szabadalom.
26. Metall und Erz (1938) 456. o.
27. Metall und Erz (1939) 522. o., (1940) 412. o. (1941) 498. o. (1942) 312. o. (1943) 135. o.
28. USA szabadalom: 2 325 660 (1941) és 2 325 723 (1942).
29. Angol szabadalom: 561 370 (1943) és 528 112 (1939)
30. R. I. Agladze: Gornij Zsurnal, 115 (1939) No. 12, 39—41. o.
31. Ju. Klimentó és Ja. Kvaskov: Novosti Techniki 9 (1940) 33—35. o.
32. Ju. Klimentó és Ja. Kvaskov: Uralszkaja Metallurgija 9 (1940) 13—18. oldal.
33. USA szabadalom: 1 304 222 (1926).
34. USA szabadalom: 1 710 522 (1927).
35. USA szabadalom: 2 000 211 (1933).
36. I. L. Bray: Non-Ferrous Production Metallurgy.
37. C. R. Hyward: An outline of Metallurgical Practice (1940).
38. Német szabadalom: 688 564 (1938).
39. Német szabadalom: 588 787 (1932).

## Hírek

A Magyar Tudományos Akadémia Fémbizottsága a Fémipari Kutató Intézet Tanácsával és az üzemek műszaki vezetőivel közös értekezleten vitatta meg a Fémipari Kutató Intézetnek a hazai kis modulusú bauxitok felhasználására vonatkozó kutatási eredményeit és javaslatait.

A részletekbe menő vita során megállapítást nyert, hogy a Fémipari KutatóIntézet jó munkát végzett.

A Bizottság tudomásul vette az Intézetben folytatott kísérletekre vonatkozó eredményeket és a Kutató Intézetnek az ipari megvalósításra vonatkozó javaslatait magáévá tette. Az elfogadott javaslatok alapján rövidesen megindul a kutatási eredményeknek a gyakorlatba történő átültetése.

## Könyvismertetés

Emőd Gyula:

Süllyesztéktervezés könnyűfémek kovácsolásához

A könnyűfémek kovácsolása terén még nagyon sok az ismeretlen terület és különösen nagy hiányok tapasztalhatók a süllyesztékek tervezésénél. A legtöbb helyen az acélok kovácsolásánál nyert tapasztalatok alapján, vagy tapogatódzással oldják meg a felmerülő kérdéseket. Általában nem veszik figyelembe, hogy a könnyűfémek tulajdonságai eltérnek az acél vagy a nehézfémekétől. A fémipar mind nagyobb követelménye előtérbe helyezte a kis

fajszínű, de nagy szilárdságú könnyűfém ötvözetek alkalmazását. Az eddig öntéssel készített alkatrészekről a megnövekedett műszaki követelmények következtében a kovácsolásra kell áttérnünk.

A most megjelent könyv foglalkozik a gyártástervezéssel, süllyesztéktervezéssel, szerszámtervezéssel vízszintes kovácsológépekhez, süllyeszték készítésével melegkovácsoláshoz stb.

A magyarázatokat 11 kép teszi szemléltetővé.

310 oldal.

Ára 17,— Ft.

## ALUMÍNIUM

Felelős szerkesztő: Vajk Péter. — Felelős kiadó: A Nehézipari Könyv- és Folyóiratkiadó Vállalat Vezérigazgatója  
Megjelenik: 350 pld.-ban — Szerkesztőség: V., Szalay-utca 4. Telefon: 129—699

Budapesti Szikra Nyomda, V., Honvéd-utca 10. — Felelős vezető: Radnóti Károly.



# ALUMINIUM

AZ ORSZÁGOS MAGYAR Bányászati és Kohászati Egyesület Fémkohászati Szakosztálya  
ÉS A FÉMPARI KUTATÓ INTÉZET FOLYÓIRATA

IV. évfolyam

10. szám

## A FÉMPARI KUTATÓ INTÉZET KÖZLEMÉNYEI

52. SZÁM.

### Nagyszilárdságú Al-Mg-Si ötvözet

BENKŐ ANDOR

Сплавы большой прочности типа Al-Mg-Si.

Al-Mg-Si Legierung mit hoher Festigkeit.  
Al-Mg-Si Alloy of high Strength.

Az alumíniumszerkezetek szerkesztésével foglalkozó mérnökök igen régi kívánsága, hogy az ipar olyan új ötvözetet dolgozzon ki és állítson elő, amely az Al-Mg-Si és Al-Cu-Mg ötvözetek előnyeit, azok hátrányai nélkül, egyesíti, és lehetőleg 37–38 kg/mm<sup>2</sup> szakítószilárdságú, 15% nyúlású és jó korrozióálló is legyen. Ezeknek a feltételeknek a nagy magnéziumtartalmú (Mg = 9%), hidronárium típusú alumínium-ötvözet tökéletesen megfelelne, miután azonban mind az öntés, mind a félkészárugyártás technológiája igen nehézkes, a könnyűfémeket előállító üzemek ezeket az ötvözeteket nem szívesen gyártják. Eppen a szerkesztők kíváncsiak és az üzemi termelés fokozása indított bennünket arra, hogy egy olyan ötvözetet dolgozzunk ki, amelynek mechanikai és korroziós tulajdonságai az előbb említett követelményeknek megfelel, a félkészárugyártás technológiája azonban ne legyen nehezebb, mint a kereskedelmi antikorodál technológiája.

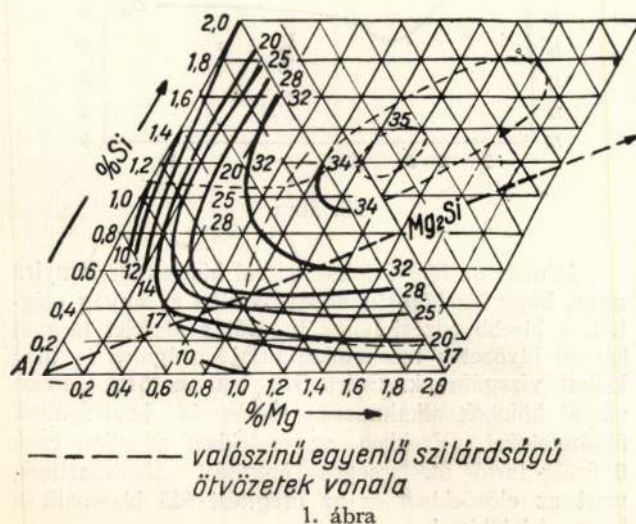
„Az ötvözők befolyása az Al-Mg-Si típusú nemesíthető könnyűfémötvözetek mechanikai tulajdonságaira” című cikkemben összefoglaltam Sz. M. Voronov hasonló kísérleteinek eredményeit. A közölt ada-

tok alapján megállapíthatjuk, hogy 99,99% tisztaságú alapanyagra felépítve, a bevezetőben megjelölt tulajdonságú ötvözetet sikerült sajtolás útján előállítani. Üzemeink azonban gyártmányaikat csak kohófém (Al = 99,5–99,0%) és bizonyos százaléku hulladék feldolgozásával készítik, ami minden esetben 0,3–0,5% vasszennyeződést eredményez. Ezek szerint tehát Voronov adatai minden további nélkül az ipari alkalmazásba nem vihetők át.

Ugyancsak az említett cikkemben számoltam be azokról a kísérletekről, amelyekkel tisztázni óhajtottuk a maximum létezését és nagyságát az Al-Mg-Si háromalkotós állapotára alumínium-sarka közelében. Megállapítást nyert, hogy szilárdsági csúcs van és ez a terület elég nagy (1. ábra). Természetesnek látszik az a gondolat, hogy a legnagyobb szilárdságot adó összetételnek megfelelő hármasszög alapötvözet tulajdonságai további negyedik, esetleg ötödik ötvözővel javíthatók a kitűzött cél kívánalmainak megfelelően.

Ennek a megfontolásnak az alapján kísérleteket végeztünk és megvizsgáltuk a mangán hatását egy olyan Al-Mg-Si ötvözetre, amelynek összetétele: Si = 1,2, ill. 1,5%, Mg = 1%, Fe = 0,2%. Ezeknél a kísérleteknél alapanyagul szintén 99,5%-os kohóalumíniumot használtunk, amely 0,2% vasat tartalmazott. A megmunkálás azonban nem sajtolással, hanem hengerléssel történt.

A két megmunkálással kapott félkészárú tulajdonságai között igen jelentékeny különbség állhat elő, ami az újrakristályosodás kisebb- vagy nagymérvű kifejlődésével magyarázható. Az újrakristályosodásra való hajlamot az ötvöző és annak mennyisége, a kifejlődés mértékét pedig az alakítás módszere és mértéke határozza meg. Sajtolásnál az anyag csak melegalakítást, a hengerlésnél azonban nemcsak meleg-, hanem hidegalakítást is kap. A hidegalakítás az újrakristályosodást elősegíti a későbbi hőkezelés folyamán és így a két különböző megmunkálással előállított gyártmány között a csak melegen préselt anyag javára különbség észlelhető. Hogy ez milyen értékű, azt főleg a szilárdságemelő ötvöző újrakristályosodásra gyakorolt hatásától függ. Ebből a szempontból a mangán nem érzékeny, mert még >50%-os hidegalakításra sem tud az átkristályosodás tökéletesen kifejlődni és ennek tulajdonítható, hogy amint azt a





későbbiekben látni fogjuk, sikerült Voronov laboratóriumi eredményeit megközelíteni.

Ezek az eredmények annál is értékesebbek, mert maga Voronov bizonyítja, hogy abban az esetben, ha préselés után hidegalakítást is végzett, ötvözetek lényegesen kisebb ( $\sigma_B = 36\text{--}38\text{ kg/mm}^2$ ) mechanikai tulajdonságúak.

Vizsgálatainkhoz öt ötvözetet állítottunk be, amelyeknek névleges és elemezett kémiai összetételét az 1. táblázat szemlélteti.

Ötvözet jele	Névleges összetétel					Elemezett összetétel			
	Si%	Mg	Mn%	Fe%	Mg/Si	Si%	Mg%	Mn%	Fe%
1.	1,2	1	0,3	0,2	0,83	1,22	0,98	0,32	0,25
2.	1,2	1	0,5	0,2	0,83	1,16	1,03	0,55	0,21
3.	1,5	1	0,2	0,2	0,666	1,56	1,07	0,2	0,1
4.	1,5	1	0,4	0,2	0,666	1,58	1,00	0,38	0,2
5.	1,5	1	0,5	0,2	0,666	1,5	1,01	0,55	0,24

### Hengerlés

A hengerlést megelőzően a tuskók felületéről 2 mm vastag réteget hántoltunk le. Hántolás után a tuskók méretei  $31 \times 75 \times 300$  mm voltak. Hengerlés előtt a platinákat 12 óráig  $510^\circ\text{C}$ -os izzításnak vetettük alá, majd 31 mm-ről 8 mm-re egy meleggel lehengereltük. Az egyes szúrások mértéke azonos volt a kereskedelmi antikorodál gyártásánál alkalmazottal. Meleghengerlés után a 8 mm-es lapokat 2 mm vastag szalagokká, lágyítás nélkül, hidegen tovább hengereltük. A hengerlést  $\varnothing 230$  mm és 300 mm hosszú hengerekkel rendelkező dúó állványon végeztük, a hengerlési sebesség  $0,32/\text{sec}$  volt. A meleg és hideg megmunkálás során semmiféle zavaró jelenséget nem észleltünk. Az ötvözetek keménysége a hengerlés után  $H_B = 65\text{--}70\text{ kg/mm}^2$ , szilárdságuk pedig  $\sigma_B = 25\text{--}28\text{ kg/mm}^2$ ,  $\sigma_{0,2} = 23\text{--}25\text{ kg/mm}^2$ ,  $\delta_{10} = 4\text{--}4,5\%$  határok között változott.

### Hőkezelés

Az összes ötvözet 1 óráig  $560^\circ\text{C}$ -fokos izzításnak és azt követő vízben történő lehűtésnek vetettük alá. Vizsgáltuk a természetes és a mesterséges öregítés hatását. Az eredményeket a 2. és 3. táblázat szemlélteti.

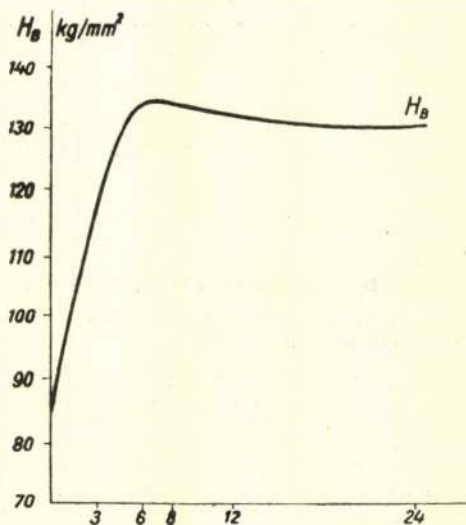
2. TÁBLÁZAT.

Ötvözet jele	Közvetlen edzés után			6 napig elfektetve		
	$\sigma_{0,2}$	$\sigma_B$	$\delta_{10} \%$	$\sigma_{0,2}$	$\sigma_B$	$\delta_{10} \%$
	kg/mm <sup>2</sup>			kg/mm <sup>2</sup>		
1.	10,3	23,9	23,2	18,8	32,4	25,4
2.	12,9	26,6	23,0	20,4	34,1	24,3
3.	14,9	27,7	19,0	20,2	33,6	23,1
4.	11,8	25,7	21,8	—	—	—
5.	13,5	27,2	20,8	20,3	34,0	22,8

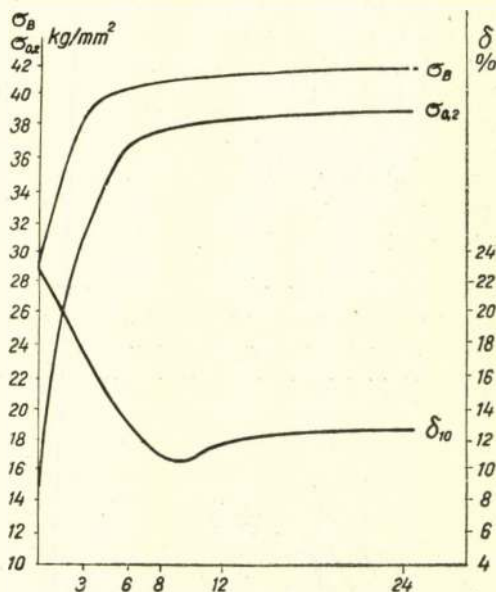
A 2. táblázatból megállapítható, hogy mind az öt ötvözet igen jelentékeny természetes öregedést mutat és a végértékek a nemes állapotú kereskedelmi antikorodál ötvözetek hasonló értékeit meghaladják. Ér-

dekes megfigyelni, hogy a nyúlás a természetes öregedés ellenére sem csökken.

A 3. táblázat tanulsága szerint  $150\text{--}160^\circ\text{C}$ -fokos mesterséges öregítés alkalmazása esetén igen jelentékeny szilárdságemelkedés tapasztalható és valamennyi ötvözet 6 óráig tartó mesterséges öregítés után  $\sigma_B = 40\text{ kg/mm}^2$  értéket meghaladó szilárdságot mutat. A nemesedés jellegzetes lefolyását a 2. ábra szemlélteti.



2a. ábra



2b. ábra

Miután az  $560^\circ\text{C}$ -fokos edzési hőfok már annyira nagy, hogy kis hőfokingadozás esetén az anyag elég lehet, a kisebb edzési hőfok hatásait a kísérlet tárgyát képező ötvözetek mechanikai tulajdonságaira is meg kellett vizsgálnunk. Ezért  $545$ ,  $530$  és  $515^\circ\text{C}$ -fokos edzési hőfokok alkalmazása esetén is bevizsgáltuk ötvözetünket. Ezekben az esetekben azonban csak 6 óráig tartó mesterséges öregítést alkalmaztunk, mert az előzőekben ez az öregítési idő bizonyult a legmegfelelőbbnek.



3. TÁBLÁZAT.

Ötvözet jele	3 óra			6 óra			8 óra			12 óra			24 óra		
	$\sigma_{0,2}$	$\sigma_B$	$\delta_{10}$	$\sigma_{0,2}$	$\sigma_B$	$\delta_{10}$	$\sigma_{0,2}$	$\sigma_B$	$\delta_{10}$	$\sigma_{0,2}$	$\sigma_B$	$\delta_{10}$	$\sigma_{0,2}$	$\sigma_B$	$\delta_{10}$
	kg/mm <sup>2</sup>		%	kg/mm <sup>2</sup>		%	kg/mm <sup>2</sup>		%	kg/mm <sup>2</sup>		%	kg/mm <sup>2</sup>		%
1.	28,9	36,7	20,3	37	40,5	10,2	39,8	40,6	11,5	38	40,2	10,2	39	40,8	8,4
2.	28,7	38,6	18,4	36,3	41,5	13,4	39,2	41,8	10,5	35,3	40,8	11,3	38,6	40,9	9,6
3.	31,6	38,2	16,5	36,8	40,9	12,4	37,6	40,8	10,3	37,7	41,6	11,1	38,3	41,8	12,4
4.				Ezen a hőfokon az elégségs jelei kezdenek mutatkozni.											
5.	29,5	37,9	18,3	36,4	42	11,7	39,2	41,—	8,4	35,6	40,—	11,6	37,9	41,2	11,9

Eredményeinket a 4. táblázat tünteti fel.

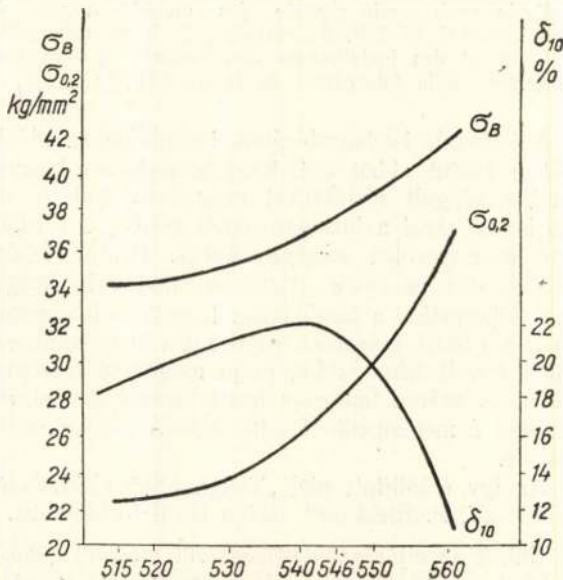
4. TÁBLÁZAT.

Ötvözet jele	560°C			545°C			530°C			515°C		
	$\sigma_{0,2}$	$\sigma_B$	$\delta_{10}$	$\sigma_{0,2}$	$\sigma_B$	$\delta_{10}$	$\sigma_{0,2}$	$\sigma_B$	$\delta_{10}$	$\sigma_{0,2}$	$\sigma_B$	$\delta_{10}$
	kg/mm <sup>2</sup>		%	kg/mm <sup>2</sup>		%	kg/mm <sup>2</sup>		%	kg/mm <sup>2</sup>		%
1.	37,0	40,5	10,2	30,5	38,8	17,6	26,7	35,3	20,5	21,3	34,5	17,0
2.	36,3	41,1	13,4	28,5	37,8	19,7	26,4	36,7	19,0	22,4	36,4	17,7
3.	36,8	40,9	12,4	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4.	—	—	—	27,4	36,0	21,5	26,0	34,4	21,8	22,6	34,1	18,0
5.	36,4	42,0	11,7	28,0	37,8	21,5	23,3	35,1	21,3	22,4	34,2	18,8

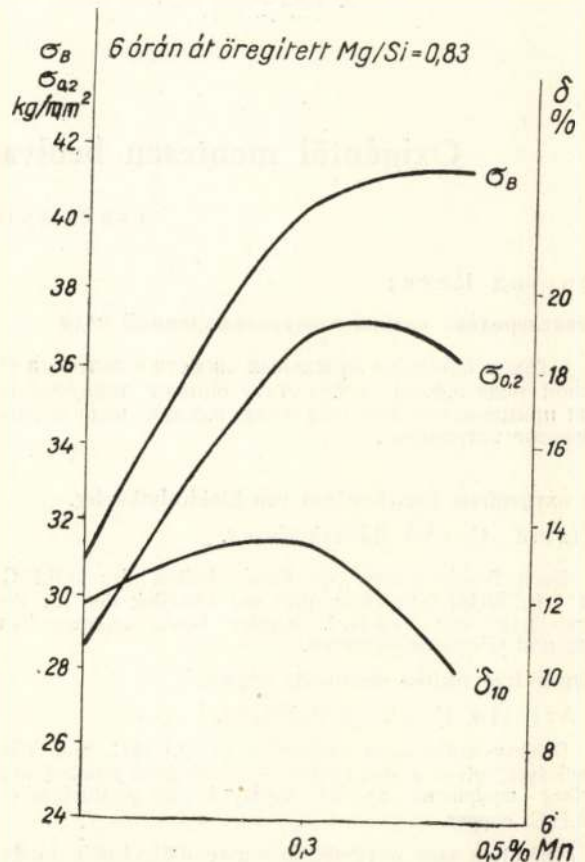
A táblázatból és az 5-ös ötvözetéről készített 3. diagrammból megállapítható, hogy a legmegfelelőbb edzési hőfok 550—555° C, mert ennek a hőmérsékletnek az alkalmazása biztosítja a 38—39 kg/mm<sup>2</sup> szakítószilárdságot 15% nyúlásnál.

A lefolytatott kísérletek folyamán szerzett tapasztalatok alapján igazolást nyertek azok a feltevések, amelyekre kísérleteinket építettük és sikerült megvalósítani az eddig iparilag gyártott Al-Mg-Si típusú ötvözetnél nagyobb szilárdságú Al-Mg-Si ötvözet előállítását. A megszokottnál nagyobb magnézium (1%) és szilícium (1,4%) tartalmú Al-Mg-Si típusú ötvözetnek mangánnal való ötvözése igen jó eredményeket

ad, amelynek okát nemcsak a mangán adagolásban, hanem az alapötvözet kedvezőbb tulajdonságaiban kell keresni.

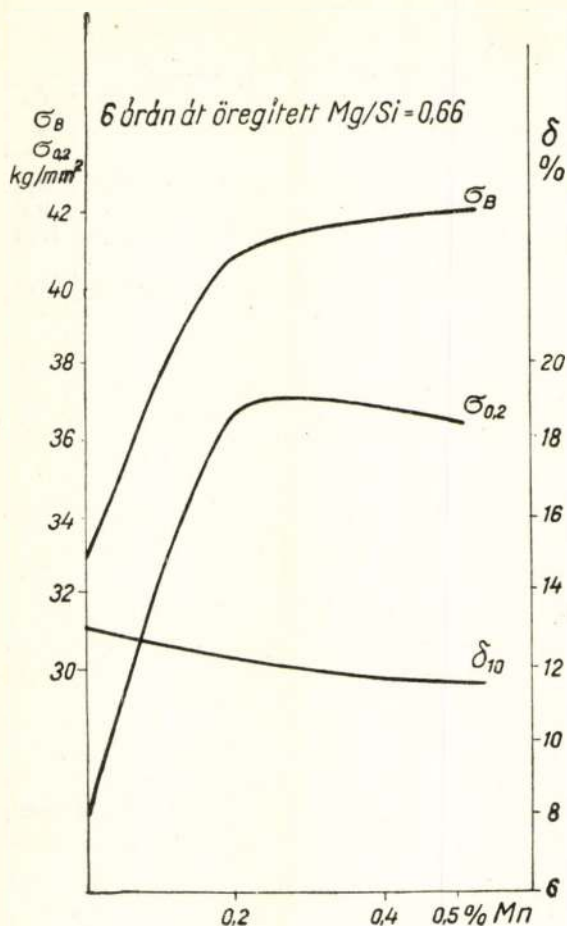


3. ábra



4. ábra





5. ábra

A mangán már kis százalékos (0,2%) mennyiségben is igen nagy szilárdságemelkedést eredményez. Kísérleteink során maximumos görbékét ugyan nem kaptunk, azonban a 4. és 5. diagramm jellegéből megállapítható, hogy 0,6%-nál több mangán adagolása csak csekély szilárdságnövekedést ad, a nyúlást viszont tovább csökkenti. Érdekes megfigyelni, hogy ötvözeteink közül csak azok szolgáltatnak jobb eredményt, amelyekben a Mg/Si arány kisebb (0,666) volt. Sikertült ezzel azt is bizonyítani, hogy nagyobb szilárdságú ötvözetet szilícium felesleggel lehet biztosítani, és pedig olyan ötvözetekkel, amelyekben az Mg/Si arány 0,7.

Ennek az ötvözetnek a szilárdsági értékei a szerkesztők számos kívánságát elégítik ki, mert ez az új anyag megfelelő korrozíóállóság mellett hasonló szilárdsági adatokkal rendelkezik, mint a A 34,11-es acél.

## IRODALOM:

Sz. M. Voronov: Processzú uproszeneia szpavlov Alumi-nyij—Magnij—Kremnij. Moszkva, 1946.

Benkő Andor: Az ötvözők befolyása az Al-Mg-Si típusú nemesíthető könnyűfémötvözetek mechanikai tulajdonságaira. Kohászati Lapok, 1952. május. (Alumínium. 97. old.)

## Oxigéntől mentesen beolvasztott elektrolitréz előállítása

CZEKE ARISZTID kohómérnök

Аристид Цеке;

## Бескислородная плавка электроосажденной меди

После описания отдельных свойств электроосажденной меди о.ф.х.ц. и т.р. статья опишет современные печи применяемые для выплавки о.ф.х.ц. меди и разливочные устройства.

## Das oxygenfreie Einschmelzen von Elektrolytkupfer.

Aristid Czeke Hütteningenieur.

Nach Beschreibung von Eigenschaften des O.F.H.C. und T.P. Elektrolytkupfers, gibt ein Überblick der für die Herstellung von O.F.H.C. Kupfer heute angewandten Öfen und Giesseinrichtungen.

## Oxygen free melted electrolyte copper.

by Aristid Czeke metallurgist.

Dealing with some properties of O.F.H.C. and T.P. Electrolyte, gives a description of continuous melting and casting equipment applied to-day in the production of O.F.H.C. copper.

La fabrication sans oxygene du cuivre d'Electrolite fondu. par Aristide Czeke Ing. Métallurgique.

Après avoir rendu compte des caractéristiques du cuivre O.F.H.C. et T.P. d'Electrolite, il donne description des fours et des installations de fonderie, qui servent actuellement a la fabrication du cuivre O.F.H.C.

A katódréz beolvasztásának technikája az utóbbi években főként abból állt, hogy a szokásos lángkemencébe adagolt réztáblákat megolvasztották és levegő befűvésével a tüzelőanyagból esetleg a fürdőbe került szennyezőket elsaftakosították. Ezután lehúzták a salakot és nyers nyírfapóznákkal való buzgattal kikergették a katódákhöz hozzátapadt rézszulfátból (Cu SO<sub>4</sub>) származó, valamint a füstgázatmoszférából felvett kéndioxidot, majd megfelelő faszéntakaróval és száraz fapóznák bemártásával az oxigéntartalmat a megengedhető 0,03—0,04% értékre szorították le.

Az így előállított réz, „Tough pitch electrolyte” röviden: „T. P. Elektrolit” néven kerül forgalomba.

Ennek az eljárásnak kétségtávoli hátránya, hogy meglehetősen körülményes és hosszadalmas, mert a beolvasztás folyamán a tiszta katódrézet az égéster-



mékek főlegesen szennyezik. Ezeknek a szennyezőknek az elsalakosítása rézvesztéssel jár, miért is a salakot magas réztartalma miatt, újra be kell olvasztani. Az így készült rezet többnyire vízszintes kóllákba öntik, mikor is a viszonylag nagy felületű tuskók lehűlésük közben, oxidréteggel vonódnak be, ami az anyag egyenlőtlen összetételét eredményezi, ez viszont a feldolgozás és felhasználás területein hátrányos. Így pl. a hengerlésnél a tuskók egyenlőtlen felülete és keresztmetszete könnyen átlapolódásokat idéz elő, ami ismét anyagvesztéssel (hulladékot) eredményez.

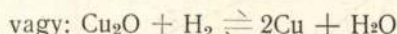
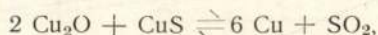
A felhasználás alkalmával többször előfordul, hogy az oxigén jelenléte a felhasználandó rézben még a legcsekélyebb mennyiségben is, nem kívánt, sőt hátrányos tulajdonságokat eredményez.

### Az oxigénmentes réz

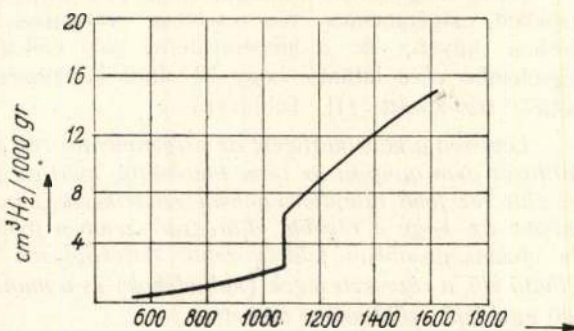
Szükségesnek mutatkozik tehát — a gazdaságosság lehetőségeinek határain belül — ennek az eljárásnak a megjavítása, ami a katódreznak oxigénmentes atmoszférában — elektromos kemencében — való beolvasztása és folyamatos leöntése útján érhető el.

Az ilyen technológiával előállított réz „Oxygen free high conductivity” röviden: „O.F.H.C. réz” elnevezéssel ismeretes.

A lángkemencés eljárás során az oxigén teljes eltávolítása azért sem volt kívánatos, mert a tuskó lehűlésekor az oxigén nagy része a



reakció értelmében a lehűlő tuskóban, a hőmérséklettől függő mennyiségben, kéndioxidot, illetve vízgőzt fejleszt és az akkor képződő gázhólyagocskák a réz nagymértékű (4,7 százalékos) fogyását kiegyensúlyozzák. A tuskó ezáltal simább felületet kap, nem képződik fogyási üreg, ami a tuskó hengerlésénél kevesebb anyagvesztéssel (hulladékkal) jár. A fürdő túlbuzgatása esetében pedig egyre több hidrogén és szén-monoxid oldódik a rézben, ami a lehűlés folyamán felszabadulva nagy mértékű porozitást okoz. (1. ábra.)



1. ábra

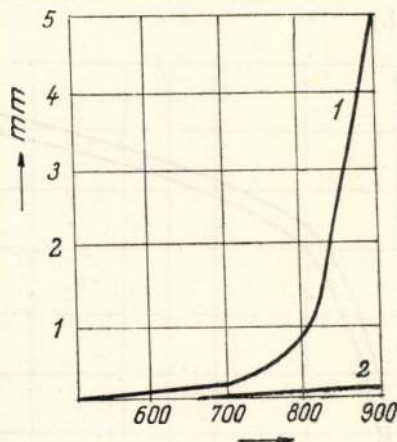
Az oxigén-tartalomnak 0,03—0,04% alá való csökkentése ilyen gyártási eljárás mellett tehát nem célszerű, mert a 0,03—0,04% oxigénnek megfelelő SO₂ gázt, a tuskó kellő porozitása érdekében meg kell tartani, valamint azért, nehogy túlbuzgatás révén a porozitás a hidrogén felvétele következtében nagyobb legyen.

Az oxigénmentes réznek azonban olyan kiváló tulajdonságai is vannak, amelyek kívánatosá tették a katódreznak beolvasztás technológiájának megváltoztatását és a réznek oxigénmentesen való előállítását. Ezek között nagyon jelentős és értékesíthető tulajdonsága a *jobb hegeszthetőség*, ami különösen az elektromos iparban fontos és a *dinamikus igénybevételekkel szembeni nagyobb ellenálló képesség*.

Az oxigénmentes réz jó hegeszthetősége abban nyilvánul meg, hogy a hegesztés redukáló atmoszférában is történhet, mert oxigéntartalmú réz esetében:



reakció szerint vízgőz képződik, ami a hegesztést hólyagossá, így használhatatlanná teszi. A 0,013—0,014 százalékos foszfor hozzáadásával pedig különleges hőálló és kitűnően hegeszthető ötvözet állítható elő az oxigénmentes rézből, mely lényegesen jobb tulajdonságokkal rendelkezik, mint az ezideig foszforral ötvöztetett oxigéntartalmú réz. Az ilyen alacsony foszfortartalmú réz a magasabb hőmérsékleten az oxigén korróziós hatásának is nagyon jól ellenáll. (2. ábra.)

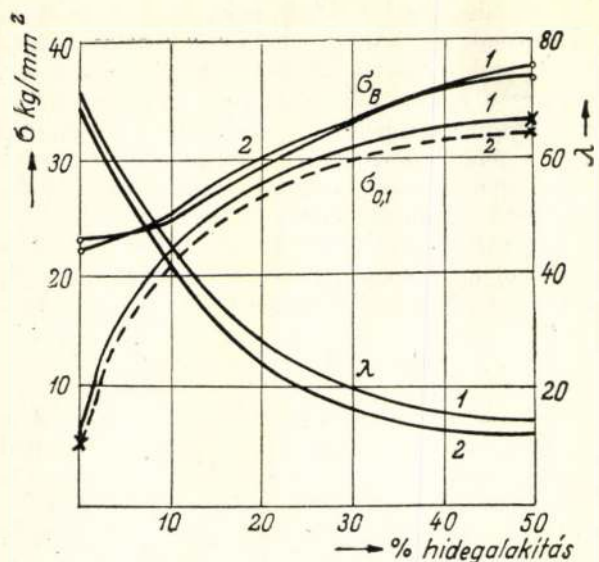


2a. ábra

Ami a hidrogénnek a rézben való jelenlétét illeti (a hidrogén betegség), e tekintetben az oxigéntől mentes réz és az alacsony oxigéntartalmú réz (0,04 százalékgig) egészen 800 Celsius hőmérsékletig nem különböznek egymástól. (Wymann T.A.I.M.E. 111. 1934. 208. old.).

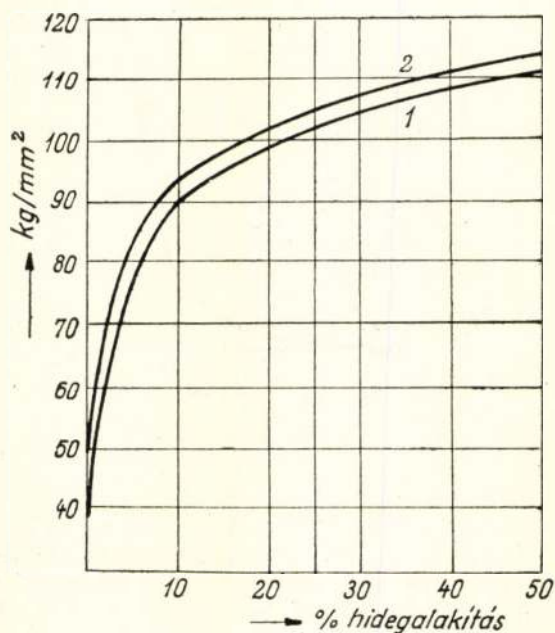
Ami pedig az oxigénnek a réz egyéb tulajdonságaira való hatását illeti, az irodalom nézete ebben eltérő. Szembetűnő, hogy néhol 45 százalékos nyúlást találunk az oxigénmentes réznél, az oxigéntartalmú réznek 8 százalékos nyúlásával szemben, (Metals Handbook, 1948., 273. old.) másutt 47—55 százalékos a nyúlás, az oxigéntartalmú réznek 10—37 százalékos nyúlása mellett (J. Bray, Non ferrous production metallurgy. 1947.). Érdekes továbbá, hogy oxigénmentes állapotban a réznek jobb hidegen való megmunkálhatóságot tulajdonítanak. Vékony falu radiátorcsövek hideg alakításánál és más nagymértékű hideg mélyhúzásoknál az oxigénmentes rezet részesítik előnyben. (Cooper and its alloys in engineering and technology. London, 1949. Copper development association.) Mennyiben fedi ez a valóságot, azt egyelőre nehéz lenne kideríteni, de mindenesetre a kétféle réz





2b. ábra

szilárdsági tulajdonságai között nincs lényeges eltérés. (3. ábra. Journal of the Institute of Metals. 1949. Sept.)

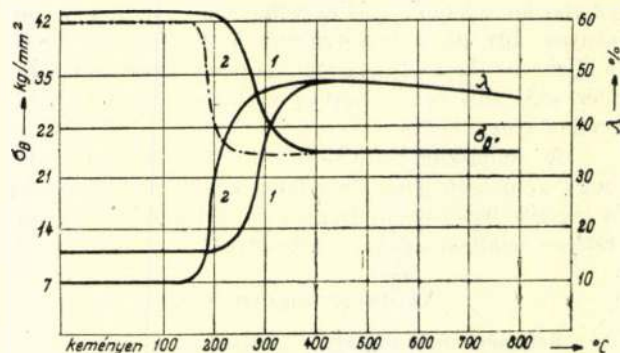


3. ábra

A kétféle réz lágyítási hőmérsékleteit illetően pedig azt látjuk, hogy az O.F.H.C. réz kilágyítása magasabb hőmérsékletet kíván. (Erzmetall. 1951. 5. sz. 172. old.) (4. ábra.)

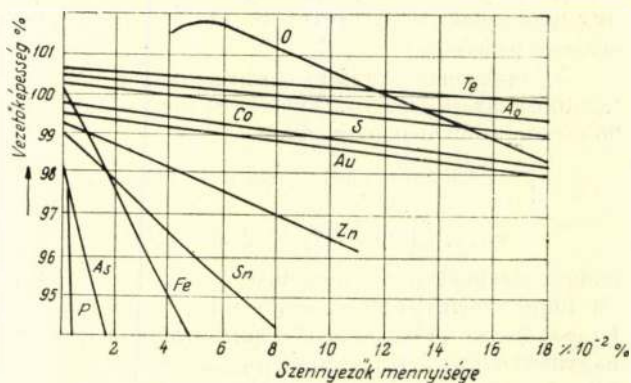
A diagrammokról kitűnik, hogy a tiszta réznek lágyított állapotban úgyszólván nincs is rugalmassági

határa. Vickers keménysége szintén alig van. Az elektromos vezetőképesség 0,03–0,04% oxigén-tartalomig lényegesen nem változik, sőt az oxigén a szennyezőket oldhatatlan oxidok alakjában a kristályhatárokra szegregáltatja. Így érthető, hogy az oxigén kismértékű jelenlétével a vezetőképesség eleinte növekedik.



4. ábra

(5. ábra. Szmirnov: Metallurgia medi i nikelja. 1950. 347. old.)



5. ábra

Ehhez a szegregációhoz minden esetre elegendő 0,004% oxigén is, ha ezt a szennyezők mennyiségéből számítjuk. (I. Táblázat.)

Hédeg megmunkálás alkalmával a vezetőképesség csökken, oxigénmentes réz esetében valamivel kevésbé ugyan, de a hőmérséklettel való változást figyelembe véve látható, hogy itt sincs különbség a kétféle réz között. (II. Táblázat.)

Levonva a következtetést az oxigénmentes réz előállítását nem annyira az teszi indokolttá, mert az így készült réz jobb tulajdonságokkal rendelkezik, hanem inkább az, hogy a régebbi eljárással szemben jobban és gazdaságosabban feldolgozható öntvénytuskó állítható elő, a rézvesztések (hulladékok) és a munkaidő egyidejű csökkentése mellett.

I. TÁBLÁZAT

Szennyezők %-ban	O <sub>2</sub>	Ag	Fe	Pb	Ni	Sb	S	Si	As
T. P.									
Elektrolit . .	0,03	0,002	0,0002	—	0,0003	—	0,002	—	—
O. F. H. C. . .	0,0002	0,001	0,0002	0,0003	0,0003	0,0008	0,002	0,005	0,002



II. TÁBLÁZAT

	Hideg alakítás %	20 C°	130 C°	170 C°
T. P. Elektrolit	0	102,3*	70,6	63,7
	10	100,8	69,8	—
	25	100,3	69,2	—
	50	99,7	69,4	—
O. F. H. C. réz	0	102,3*	70,9	63,9
	10	101,5	70,4	63,2
	25	100,1	71,1	64,5
	50	100,5	70,1	63,1

## Az oxigénmentes réz előállítása

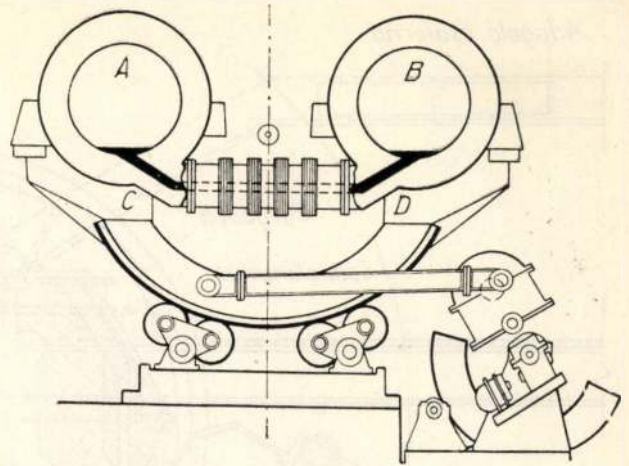
Olyképen történik, hogy a katódrezt oxigéntől mentes atmoszférában és ezért elektromos fűtésű kemencében beolvasztják és ugyancsak oxigénmentes atmoszférában öntik le. Az ehhez használatos kemence lehet:

1. Alacsony frekvenciájú indukciós kemence.

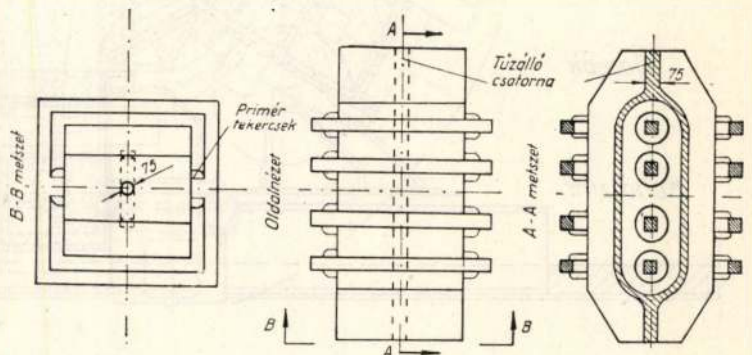
2. Ívfenyes kemence.

A Summey-kemence (6. ábra) bölcö-szerű vasszerkezeten egymás mellett elhelyezett két tűzálló anyaggal bélelt hengerből áll. A hengerek szomszédos oldalait 3 különlegesen kiképzett és indukciós fűtésű közlekedő csatorna köti össze. (7. ábra.)

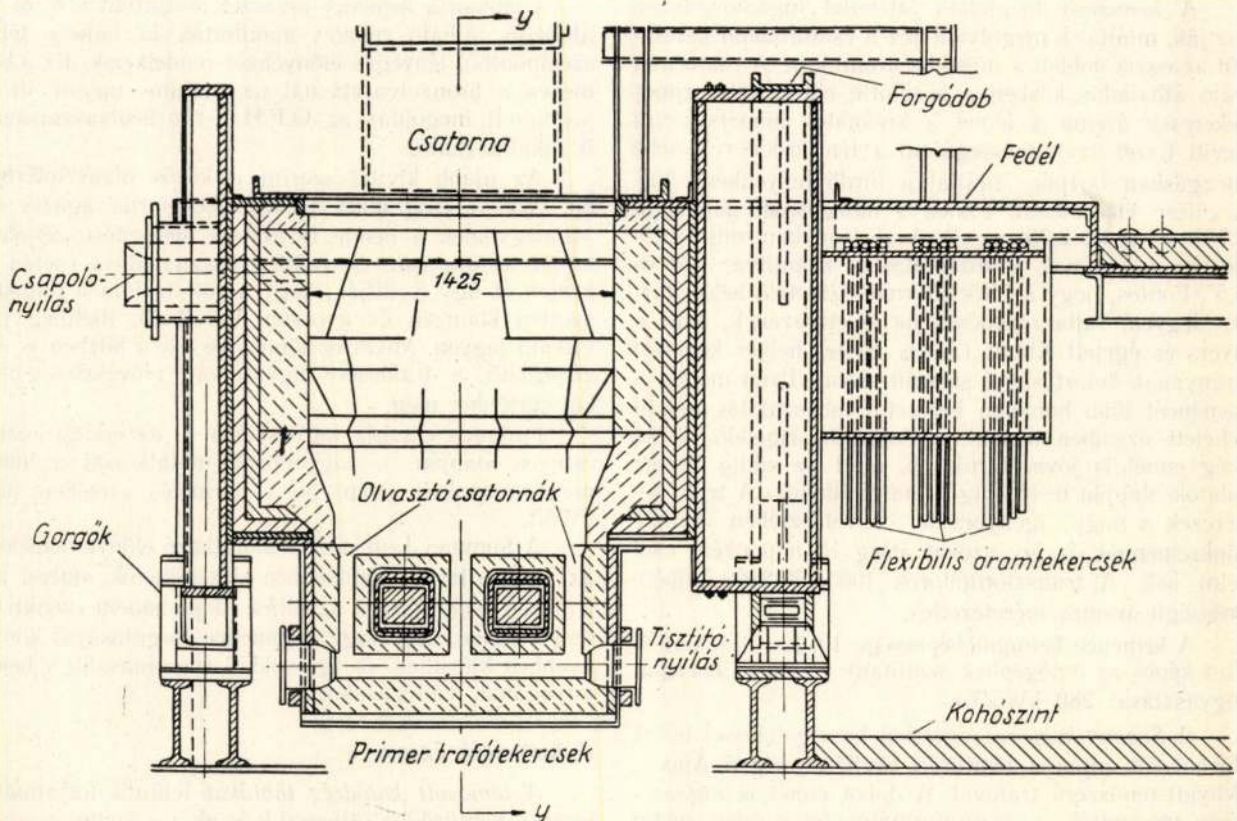
1. Az indukciós kemence két változatban terjedt el. Az egyik Summey, a másik pedig Scmet néven, de ezek lényegében csak a fűtés megoldásának módjában különböznek egymástól.



6. ábra

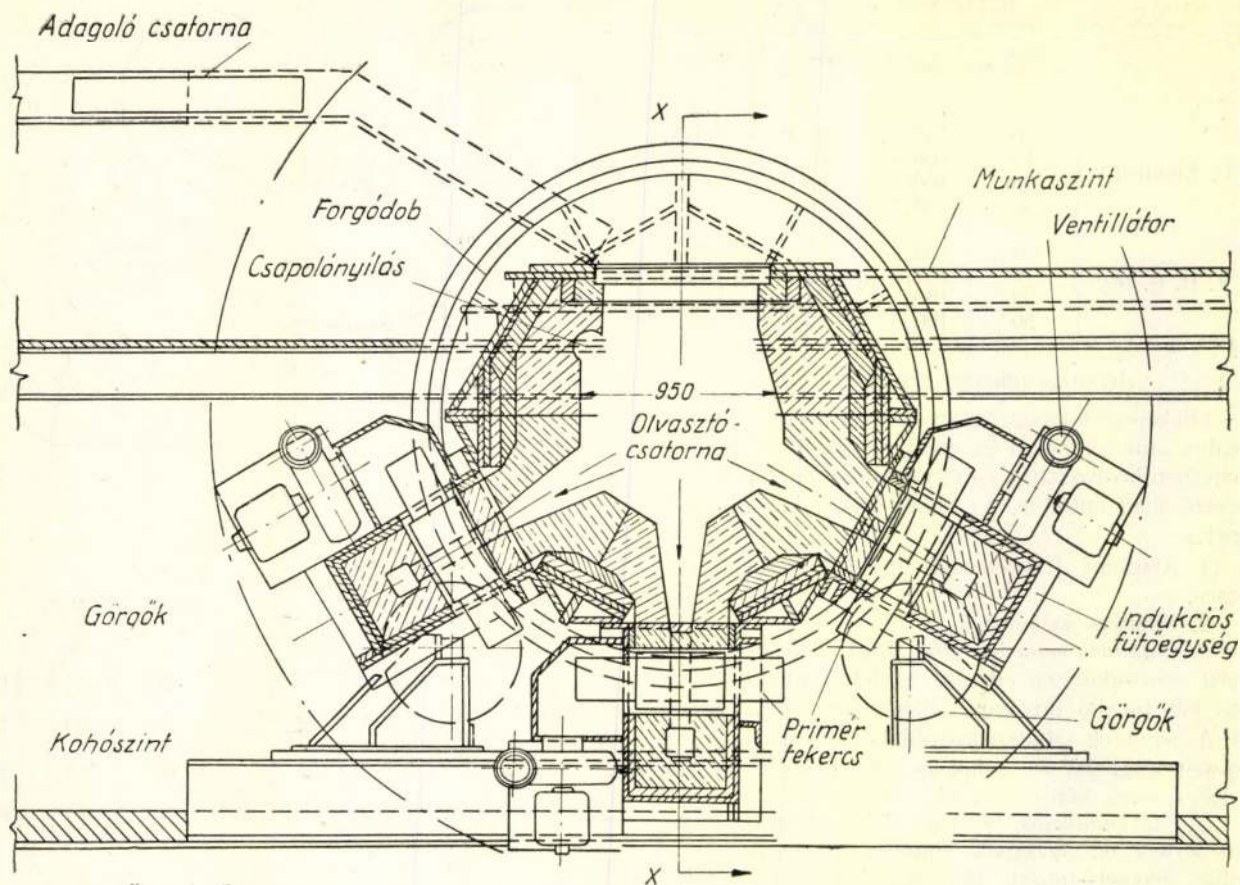


7. ábra



8. ábra





9. ábra

A kemencét megfelelő áttétellel ingamozgásban tartják, miáltal a megolvadt réz a csatornákon keresztül az egyik dobból a másikba áramlik át. A csatornán való áthaladás közben a körülötte elhelyezett primer tekercsek árama a fémeket a kívánatos hőmérsékletre hevíti. Ezzel az ingamozgással a fémfürdőt erősebb mozgásban tartják, miáltal a fürdő helyenkénti túlhevülése elkerülhető. Ennek a mozgásnak nagysága  $2,75^\circ$  az egyik,  $2,75^\circ$  az ellenkező irányban, míg öntés közben ugyancsak a középállásból számítva,  $1,5^\circ$  és  $4,5^\circ$ . Fontos, hogy a fűtőcsatornák szigetelő bélelete tartós legyen, rajta repedések ne keletkezzenek, amit a nyers és égetett Kianit ( $Al_2O_3 \cdot SiO_2$ ) helyes keverési arányának betartásával sikerült elérni. Ilyen módon a kemencét több hónapon keresztül megszakítás nélkül lehetett üzemben tartani. A dobok hőszigetelő bélelete még ennél is jóval tartósabb, mert az eddig ismert adatok alapján 6–8 évig is használhatók. A trafó tekercsek a nagy igénybevétel következtében hamar tönkremennek és így azokat átlag 10 naponként cserélni kell. A transzformátorok 400 Volt, 2000 Ampére erősségű áramra méretezettek.

A kemence befogadóképessége 12 To., óránként 8 To.-t képes az öntőgéphez szállítani. Fajlagos energiafogyasztása: 280 kW/To.

A Scomet-kemence egyetlen hőszigeteléssel bélelt dobból áll, alján a fémfürdő hevítését végző Ajax—Whyatt-rendszerű trafóval. A dobát ennél is ingaszerűen mozgatják, a transzformátor tekercseit pedig túlhevülés ellen levegőárammal hűtik.

Ujabbban a kemence olvasztó csatornáit a 8. és 9. ábrákon látható módon alakították ki, amely több szempontból lényeges előnyökkel rendelkezik. Ez a kemence a bronzolvasztásnál használatos ugyan, de a szerkezeti megoldás az O.F.H.C.-réz beolvasztásánál is alkalmazható.

Az újabb kivitel szerint a közös olvasztótérből  $60^\circ$ – $60^\circ$ -os szög alatt 3 olvasztócsatorna ágazik el. Mindegyiknek a benne folyó fém melegítése céljából külön trafója van. A trafók elhasználódása esetén a kemencét úgy fordítják, hogy sérült trafója a munkaszinten könnyen és gyorsan cserélhető, illetőleg javítható legyen. Mivel ez többnyire üzem közben is elvégezhető, a trafócsere úgyszólván idővesztéségnélkül történhet meg.

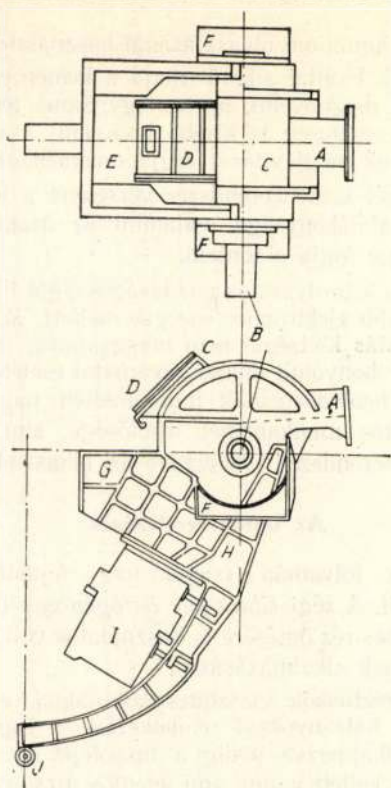
Fajlagos energia fogyasztása — az eddigi közlemények alapján — nagyobbak mutatkoztak a Summey-kemencénél. Napi 36 t. termelés esetében 325 kW/To.

A Summey-kemencével mutatkozó előnye nemcsak az, hogy a trafók könnyebben kicserélhetők, amivel jelentősen csökkenthető az állási ideje, hanem ezenkívül nagy előnye még, hogy a kemence forgatásával könnyebben kiüríthető és így sokkal rugalmasabb a betét anyagának változásakor.

#### A kemencék üze.

A lemosott katódrez táblákat felülről folyamatosan a fémfürdőbe süllyesztik és akár a Summey, akár pedig a Scomet-kemence esetében a fémfürdőt jó mi-

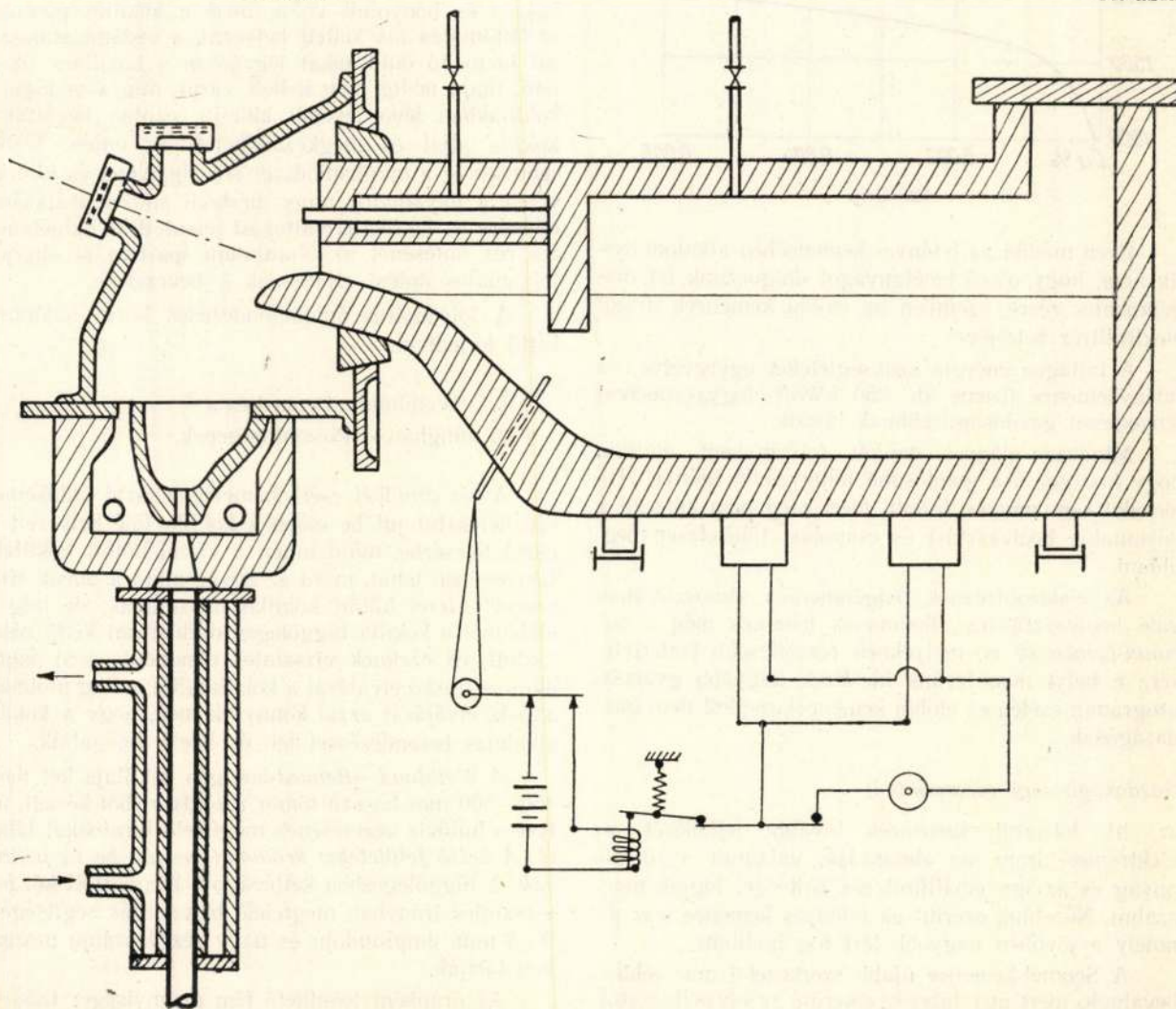




10. ábra

nőségű faszénrel vagy grafit hulladékkal betakarják. Faszénből készült generátorgázzal megvédik a további oxidációtól, amelyet — hogy a levegő behatolását megakadályozzák, — csekély túlnyomással áramoltatnak a kemencébe. A gáznak összetétele: kb. 22%  $\text{CO}$ ; 2,5%  $\text{CO}_2$  a többi nitrogén.

Hidrogént és vízgőzt természetesen nem szabad a gáznak tartalmaznia, mert a hidrogén a rézben jól oldódván lehűléskor porozitást okoz, míg a vízgőz jelenléte esetében fennáll annak a lehetősége, hogy a fürdő oxigént vegyen fel. E célból mind a generátorba fűjtatott levegőt, mind az abból kilépő gázt szárítón, tisztítón vezeték keresztül. A generátorgázt a réz oxidációjának megakadályozása végett azon a csatorna rendszeren vezeték végig, amelyben a réz az öntőgéphez folyik. Ez rendszerint távolabb van a beolvasztó kemencétől. A csővezeték ellenállástermekkel fűtik, hogy benne a fém nagy mértékben ne hűljön. A kemence és az öntőgép közé rendszerint öntökemencét iktatnak be, hogy a fém folyását szabályozni lehessen. (10. ábra.) Az öntökemence egy másik szerkezete a 11. ábrán látható.



11. ábra

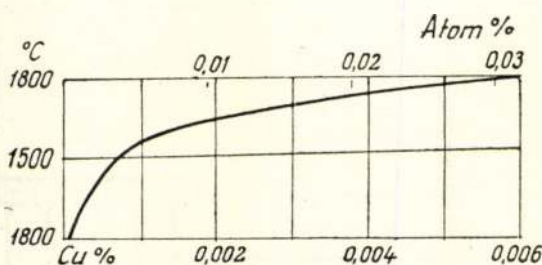


### Az ívfényes kemence

Jóllehet igen sok tényező szól alkalmazása mellett, mindezekig nem tudott elterjedni az oxigénmentes réz előállításánál. Avval a jelentős előnnyel rendelkezik, hogy bármikor teljesen kiüríthető és így betétjét tetszés szerint át lehet állítani már rézötvezetek beolvasztására.

Ahol tehát rugalmas gyártási programot kell megvalósítani, ott feltétlenül jobban alkalmazható, mint az előbbi két kemence. Az *ívfénnyel velejáró redukáló atmoszféra* pedig feleslegessé teszi a védőgáz atmoszféra különleges nyersanyagokból való előállítását és a gázoknak szárítási és tisztítási műveleteit. További előnye, hogy megfelelő tisztaságú tűzi úton raffinált réz is olvasztható benne, amit különben az alacsony frekvenciájú kemencékben azért nem lehet megtenni, mert a rézoxidul a fűtőcsatornák tűzálló anyagát hamar kimarná, ez utóbbiak kicserélése pedig sok idővesztéssel járna.

Az ívfény magasabb hőmérsékletén több Carbon oldódhat a rézben (12. ábra), ami az oxigén eltávolítását erélyesebbé teszi.



12. ábra

Ilyen módon az ívfényes kemencében alkalom nyílik arra, hogy olcsó betétanyagot dolgozzunk fel oxigénmentes rézre, szemben az előbbi kemencék drága elektrolitréz betétjével.

A fajlagos energia szükségleteket egybevetve, az ívfénykemence üzeme kb. 250 kWó/t. fogyasztásával lényegesen gazdaságosabbnak látszik.

Mindezen előnyei mellett hátrányként említik, hogy kiszolgálása gondosabb felügyeletet igényel. Elterjedni sem nagyon tudott, mert még nem sikerült a folyamatos beolvasztást és csapolást tökéletesen megoldani.

Az elektrolitréznek oxigénmentes atmoszférában való beolvasztására alkalmasak lehetnek még a *vácuum-kemencék* is, melyeknek részletesebb ismertetésére e helyt nem térünk ki. Ezek nagyobb gyártási program esetén ez előbbi kemencék mellett nem gazdaságosak.

### Gazdaságossági szempontból

az itt felsorolt kemencék további fejlődését az elektromos áram, az elektródák, valamint a tűzálló anyag és az így előállított réz költségei fogják megszabni. Nézetünk szerint az ívfényes kemence lesz az, amely a jövőben nagyobb tért fog hódítani.

A Scmet-kemence újabb szerkezetei már jobban beválnak, mert úgy látszik, sikerült az olvasztócsator-

nát az alumínium olvasztásánál használatos módon kialakítani. Ezáltal sikerül majd a kemence teljesítőképességét megnövelni, így az egy tonna fémre eső sürgárzási veszteség is kisebb lesz, ami a kemence hatásfokának megjavítását fogja eredményezni.

A két kemencerendszer versenyét a tervező mérnökök találékonysága, valamint az üzemi mérnökök ügyessége fogja eldönteni.

Ami a beolvasztás gazdaságosságát illeti, ma már az olcsóbb elektromos energia mellett, az elektromos beolvasztás költségei nem magasabbak, mint a lángkemence bonyolult munkafolyamatai esetében. Az elektromos beolvasztásnak mindamellett nagy előnye a folyamatos munkamenet lehetősége, ami megengedi az öntőberendezés 100 százalékos kihasználását.

### Az öntőberendezések

az idők folyamán szintén nagy fejlődésen mentek keresztül. A régi *Clark-féle öntőgép* egy ideig az oxigénmentes réz öntésére is használatos volt, de ma már felhagynak alkalmazásával.

A réztuskók vízszintes kokillákba öntve, a már említett hátrányokkal rendelkeztek, a függőleges kokillát alkalmazva pedig a tuskófejet a nagy fogyás miatt le kellett vágni, ami jelentős újraolvasztási költséget vont maga után. Ehhez járult még az öntés szakaszos és bonyolult volta, mert a kokillát pontosan az öntőnyílás alá kellett helyezni, a védőgázatmoszférát biztosító öntősapkát légzáróan a kokillára illeszteni, majd pedig meg kellett várni, míg a védőgáz a kokillákban lévő levegőt kiöblíti, ezután bezárták a kokilla alját és megkezdődhetett az öntés. Természetesen ez a munkamódszer sok figyelmet és időt követelt a folyamatok nagy mértékű automatizálásának ellenére is. Radikális változást jelentett az oxigénmentes réz öntésénél az alumínium iparban is elterjedt folyamatos öntési eljárásnak a bevezetése.

A folyamatos öntőberendezések közül különösen kettő terjedt el.

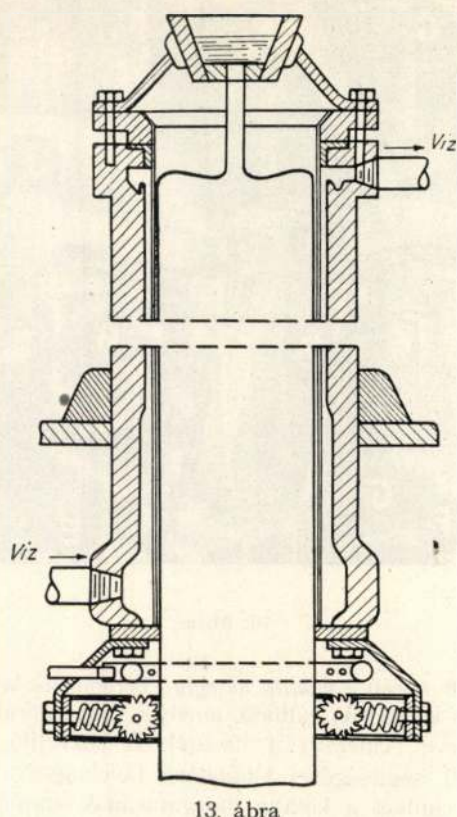
1. a Welblund—Benard és a
2. Junghans—Rossi-öntőgépek.

A réz mindkét esetben melegen tartó öntőkemencén keresztül jut be előbb a kokilla fölé helyezett elosztó tölcserbe, majd innen a vízzel hűtött kokillába, Lényegében tehát, mind az egyik, mind a másik rendszernél vízzel hűtött kokillát használnak, de míg az előbbinél a kokilla függőleges osztósíkkal kettő részre osztott, és ezeknek vízszintes elmozdulásával segítik elő a réztuskó elválását a kokillafaltól, addig utóbbinál a tuskó elválását azzal könnyítik meg, hogy a kokillát alkalmas berendezéssel fel- és lefelé mozgatják.

A *Welblund—Benard-öntőgép* kokillája két darab 450—500 mm hosszú tömör rézöntvényből készül, melyet a hűtővíz vezetésének megfelelő furatokkal látnak el. A *belső felületeket krómmal vonják be és polírozzák*. A függőlegesben kettévágott, megosztott két fejet vízszintes irányban megfelelő berendezés segítségével 5—8 mm. amplitudójú és nagy rezgésszámú mozgásban tartják.

Az óránként leönthető fém mennyisége: 1350 kg.





13. ábra

A Junghans—Rossi-rendszerű kokillába a tökéletesebb hűtés végett rézlemezről készült hűtőfalat szerelnek be. Függőleges irányban 20—50 mm lökethosszal és olyan sebességgel mozgatják a kokillát, amely lefelé haladtában megegyezik a tuskó sebességével, felfelé pedig ennek 4—5-szörösét is eléri. A jó hővezető képességű vékony hűtőfal olyan erőes hűtést tesz lehetővé, hogy mozgatása akár el is maradhat. Egy ilyen vékonyfalú és vízhűtéses kokillát a 13. ábrán láthatunk.

Ennek segítségével max. 200 mm átmérőjű réztuskó készíthető, a tuskónak megengedhető percnkénti süllyedési sebessége szintén maximálisan: 1200 mm lehet. A süllyedési sebességet természetesen a hűtési körülmények, valamint a réztuskó szelvénye szabják meg, amelyeket gondosan kísérletileg kell meghatározni. Túl gyors lehűtés egyenetlen tuskófelületet, a lassú lehűtés pedig a kisebb termelés mellett a kokillák idő előtti elhasználódását eredményezi.

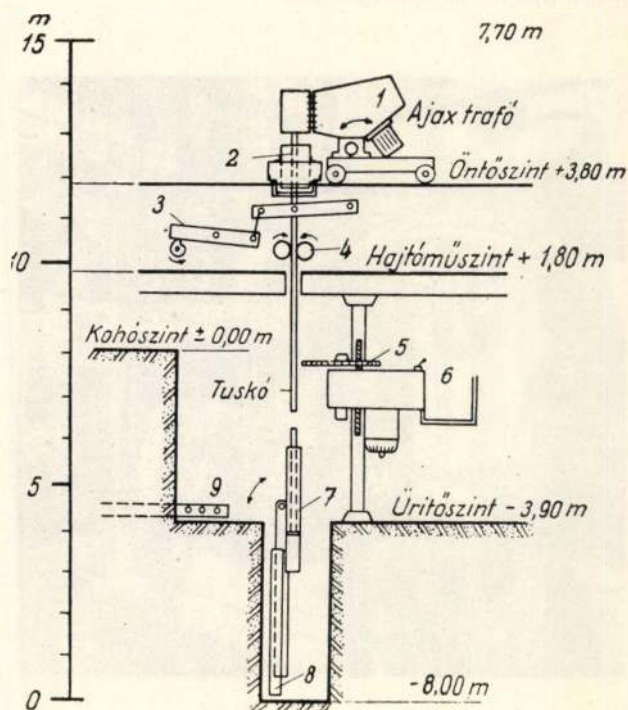
Az óránként leöntött fém mennyisége kb. 7000 kg.

Mindkét öntőgép kokilláit a kopás csökkentése céljából kb. 0,1 mm vastagságban krómmal vonják be. A súrlódás miatt szükséges továbbá a hűtőfal és a réztuskó érintkező felületét valamilyen kenőanyaggal bevonni. Ezt úgy oldották meg, hogy a folyékony fém fölött propán gázt — vagy más magas szénhidrogéntartalmú gázt, újabban esetleg olajat — égetnek el úgy, hogy az oxigén hiányában lehasadó carbon a fém-tükör külső domború felületére kerüljön. A felületi feszültség hatására ez a korom a szélekre kerül, ahol azután folyamatosan bekenődik a tuskó és kokillafal közé. Megmerevedés közben a tuskó vízszintes irányban kissé összehúzódik, ami azután szintén csökkenti a súrlódást,

A tuskó süllyedési sebessége függ a hűtés erősségétől. Ez különböző hűtő folyadékok alkalmazásával növelhető, mégis legtöbbször vizet használnak.

A hűtés első fokozatánál a hűtővíz közvetlenül nem érintkezik a tuskófelülettel. A hűtést úgy állítják be, hogy itt az elvonandó hőmennyiségnek csak a felét-harmadát vonjuk el. Ez alkalommal a 320 cm<sup>2</sup> keresztmetszetű Junghans-rendszerű kokillába percnként 120—140 l. vizet vezetnek be, amely idő alatt 120 kg réz hagyja el a kokillát 1700 F° (920 C°) hőmérséklettel, miközben a víz 20—30 C-fokkal melegszik fel.

A tuskó további lehűlését a kokilla alatt kb. 200 mm-rel elhelyezett és közvetlenül a tuskóra irányított vízszugarakkal végezzük, ahol a vízfogyasztás kb. 250—350 lit.pro perc. Gyorsabb hűtés elérése végett a réztuskót vízzel feltartályba engedik, melynek aljára a tuskó szelvényének megfelelő gumírozott gyűrűt szerelnek. Mivel a tuskó a kokillából 920 C° hőmérséklettel távozik, mely hőfok mellett felülete hamarosan oxidálna, (lásd fent 2. ábra), azért a tuskót a két különféle hűtőtér között még egy redukáló atmoszférát biztosító zárt téren vezetik keresztül.



14. ábra

Összehasonlítva a 2 öntőgép teljesítményét, mindjárt kitűnik a Junghans—Rossi-rendszerű öntőgép jóval nagyobb teljesítménye, mely oknál fogva érthető, hogy ma már erre a berendezésre térnek át. Gazdaságosság szempontjából felette fontos, hogy az öntőgép minél nagyobb teljesítőképességű legyen, mert a beruházási- és üzemeltetési költsége csak így tudja felvenni a versenyt a régebbi öntőberendezésekkel.

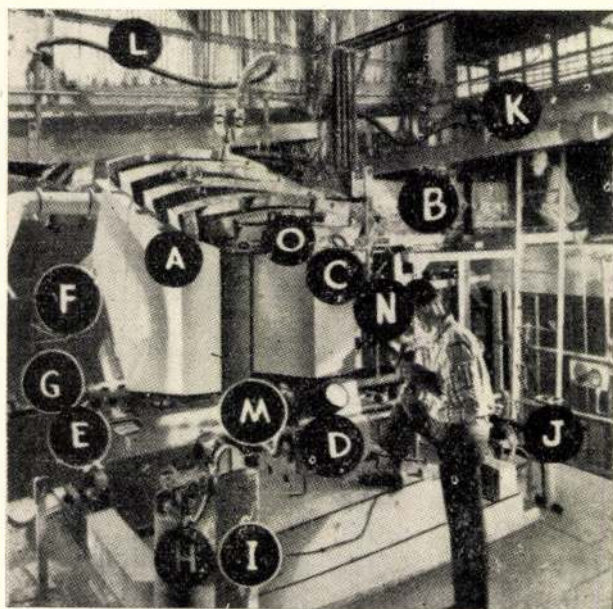
A O.F.H.C. réz elterjedését éppen annak köszönheti, hogy a folyamatos öntés előnyeit ki tudta használni és ezáltal olyan réztuskókat volt képes előállítani, amelyek a porozítás kiküszöbölése mellett, a továbbfeldolgozásnál lényegesen kevesebb anyagvesztéssel dolgozhatók fel.



Alábbiakban a Junghans—Rossi-rendszerű öntőberendezés folyamatos üzemenetét ismertetjük.

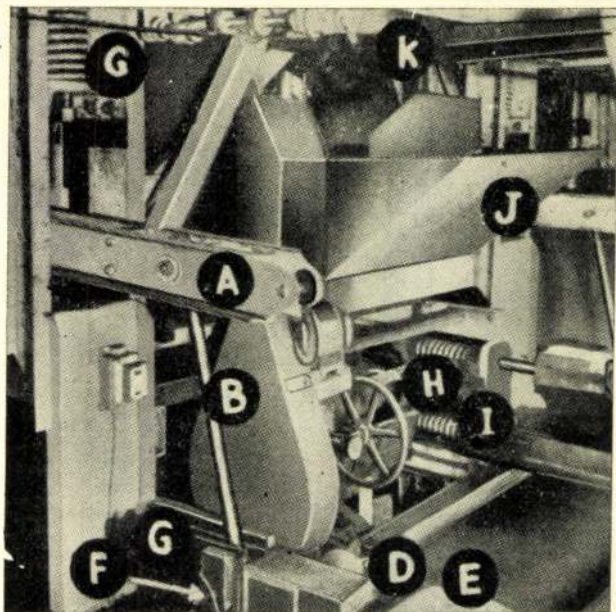
Mint a 14. ábrán látható, a beolvasztókemencéből a folyékony fém elektromos fűtőtestekkel ellátott csatornán át, a cca. 3 t.-ás öntőkemencébe jut. (1). Az öntőkemence Ajax-rendszerű transzformátorral van me'egítve, feladata egyrészt a beérkező réznek az előírt — 1170 C° — hőmérsékleten tartása, másrészt megfelelő mennyiségű rézfürdő tárolása. A kemence buktathatóan működik, az esetleges üzemzavarokra való tekintettel leemelhető homlokrésszel bír. A fémsugarat a buktatással szabályozható mennyiségben a vízzel hűtött kokillába (2) folytatják, amelyet megfelelő áttételek (3) segítségével fel- és lefelé mozgatnak. A réztuskó a megfelelően kiképzett továbbítóhengerek között (4) lefelé haladtában a függőleges tengelyű automata körfűrészszel (5) a kívánt hosszúságra daraboltnak, a tuskó-felfogóba esik (7). A felfogót hidraulikus meghajtású mechanizmussal megemelve, a tuskót a vízszintes tovább szállító görgőkre buktatva, szállítják a felülvizsgálatra és rendeltetési helyére.

A berendezés egyes részleteire a következő fényképek nyújtanak felvilágosítást.



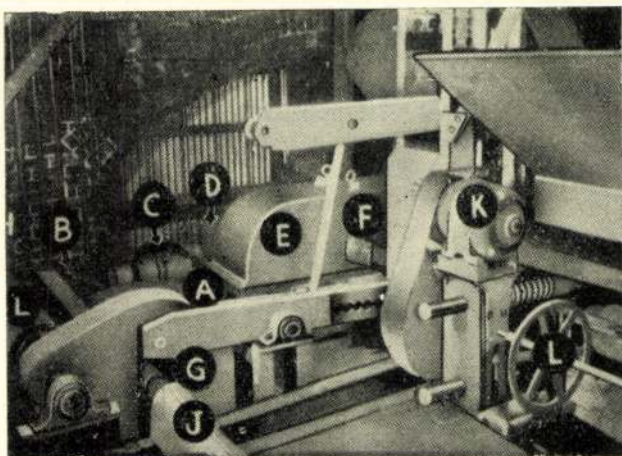
15. ábra

15. ábra az öntőkemencéből (A) kifolyó fém mennyiségét öntődugóval és kb. 20 mm átmérőjű kagylóval szabályozzák. A képen a kemence buktatott öntési helyzetében látható, ha nem öntenek, úgy akkor alsó vége (F), a tartókon (G) nyugszik. Buktatáshoz és a kokilla (D) mozgatásához szükséges kapcsolók (H) és (J) az öntőmester mellett vannak. Az öntősapkába (M) az öntőkemencébe és a rézcsatornába, a (K) és (L) csővezetékeken keresztül, megfelelően kezelt világítógázt vezetnek be. A kemence tetején látható károk (N) és (O) az öntődugót szabályozzák. Az öntőkemence és tartozékai a kohóépület emeleti magasságában (11,5 méter) az öntőszinten vannak felszerelve.



16. ábra

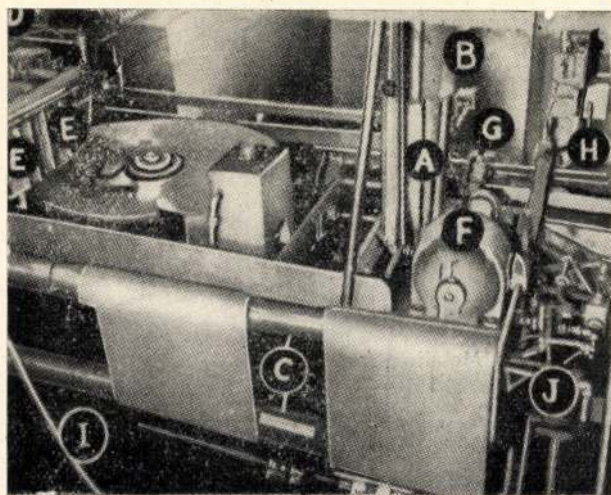
A 16. ábrán a kokilla mozgató berendezés két párhuzamos karja (A) látható, amelyet közvetítőrúd (B) segítségével, emelő (C) mozgat. A közvetítő rudat csap (P) segítségével különböző távolságokra lehet állítani, amivel a kokilla mozgatásának amplitúdója 10—50 mm között változtatható. Az öntőasztal és a kokilla 4 db. rugó (G) közbeiktatásával vannak fel-függesztve. A tuskó továbbítását végző 250 mm átmérőjű, 400 mm hosszú 2 henger 8 db. szorító rugóval (I) van egymáshoz szorítva. A (J) tartály a hűtővíz tárolására szolgál.



17. ábra

A 17. ábra a kokilla mozgatóberendezést egy másik nézetből szemlélteti. Az áttételeket (B, C, D, E), valamint a kokilla és a hengerek meghajtásához szükséges 3 HP motort (A) jelzi. A (C) áttételt az öntőszintről láncsal állítják be, miáltal a kokilla és a tuskó mozgását szabályozni lehet. A kisebb motor (K) a továbbító hengerek rugóinak állítását végzi, és így mellőzhető a kézikerek (L) által történő szabályozás.

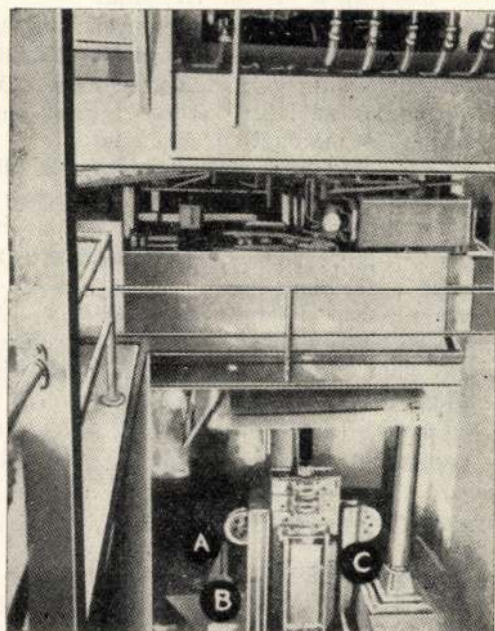




18. ábra

A *lengőfűrész* (18. ábra) kb. 8 t. súlyú ellensúlyokkal (A) van kiegyensúlyozva. Az egész szerkezete függőleges irányban 2 oszlopon (D) mozgatható, vízszintes irányban pedig — 800 mm vágási mélységben — 4 rúdon (C), melyek közül kettő a fényképábrán látható. A körlapfűrész fordulatszáma: 190/min. meghajtására 40 HP motor szükséges.

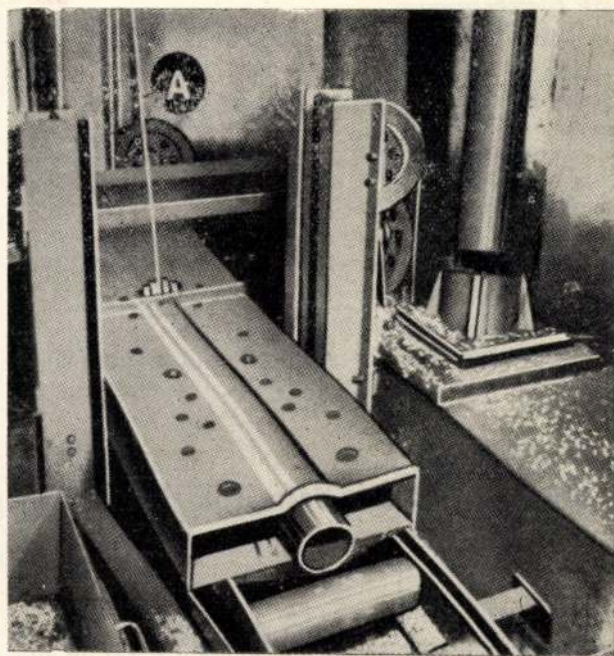
A tuskót megfelelő hidraulikus áttétellel működő karok (E), valamint a fűrész vízszintes mozgatásához szükséges 56 atm. nyomás által igényelt energiát a (F) hidraulikus motor szolgáltatja. Ennek szelepe (G)-nél látható. Amint a karok a tuskót megfogják, a fűrészberendezés a vágás automatikus megindulása közben, a tuskóval együtt lefelé halad. A felszabott tuskót a karok a megfelelő magasságba emelt felfogó kosárba emelik, miközben az egész fűrészberendezést, automatikusan vezérelt motor (J) a kezdő vágási magasságra emeli.



19. ábra

A fűrész- és ürítőszint a kohószint alatt a —3,5 méteren (p'nce) vannak elhelyezve. (L. 14. ábra.)

A *tuskó-felfogó* (19. ábra) kb. 2 méter hosszú, a fényképen lesüllyesztett állapotban látható. Emelése, süllyesztése és buktatása hidraulikus áttétellel mozgató drótkötél segítségével történik. (A). A süllyesztéshez, buktatáshoz, valamint a tuskó felfogásához szükséges magasságra való emelés, megfelelő solenoid-tekercsekkel automatikusan szabályozható és vezérelt hidraulikával történik.



20. ábra

A 20. ábra a *továbbító görgőkre* buktatott tuskó-felfogót szemlélteti, ahol a buktató drótkötélét (A) jelzi. (Ürítőszint a —3,5 m-en. L. 14. ábra.)

A tuskó felfogásának és ellensúlyának járata részére a pincszint alá 4,4 m mély aknácskát építenek a —7,9 m szintig. (L. 14. ábra.)

#### Az O.F.H.C. réz minőségi előírásai és vizsgálata

1. Az O.F.H.C. réz *minimálisan 99,92% tisztaságú legyen.*
2. *Elektromos ellenállása* lágyított állapotban 20 C-fokon *ne haladja meg a 0,15328 Ohm/m. gr. értéket.*  
Ennek meghatározása végett a próbadarabot hideg állapotban 2 mm átmérőjűre húzzák, majd 500 C-fokon 30 percig lágyítják.
3. *Mikroszkópiai vizsgálat* a kalmával a csiszolaton 75-szörös nagyításban rézoxid ne legyen fellelhető.
4. *A törékenységi próba* előírásai a következők: a próbadarabot meleg és hideg alakítással 4 mm, majd hidegen 2 mm átmérőjűre húzzuk ki. Hidrogén-atmoszférában 800—875 C-fokon kilágyítjuk. Az így előkészített próbadarabot a drót átmérő 2,5-szörösének megfelelő legömbölyítési sugarú satuba fogjuk, majd 90 fokos hajlítás után vissza-



hajlítjuk az eredeti helyzetbe. Ez a művelet 1 hajlításnak számít.

A hajlítások száma legyen: legalább 4.

### Összefoglalás

Az O.F.H.C. és a T.P. elektrolitréz tulajdonságainak összehasonlítása után látjuk, hogy az oxigénmentesen és a lángkemencében beolvasztott elektrolitréz tulajdonságai között lényeges különbség nincs.

Az O.F.H.C. réz előállítását főleg azon előnyök indokolják, amelyek a folyamatos öntés alkalmazásának következményei.

Így a folyamatos öntéssel előállított O.F.H.C.-réz egyenletesebb összetételű és nem porozus, tehát nagyobb fajsúlyú és tömör réztuskót ad a további feldolgozás céljára. A fogyási üreg elkerülésével egyidejűleg elmaradnak mindazok a levágási veszteségek (tuskófej stb.), amelyeknek újrabevásztása tetemes munkát és energiaköltségeket jelent.

Az olvasztó- és öntőberendezés kisebb helyszükséglete és a nagyobb teljesítmény szintén az O.F.H.C.-réz mellett szólnak.

A folyamatos öntés bevezetése ott szükséges és alkalmazása ott gazdaságos, ahol nagy mennyiségű —

évenként min. 100.000 t., napi 30—40 t. — elektrolitrézet kell beolvasztani.

Bp. 1952. május 22.

### IRODALOM:

- T.A.I.M.M.E. 1934. 111., 208. old.  
Metals and Alloys 1937. II. 23. old.  
Metals Industry 1937. No. 6. 183—188. old.  
Iron Age 1940. II. 24; IV. 4; IV. 11.  
T.A.I.M.M.E. 1945. 161. 478. old.  
Canadian Min. Met. Bul. 1946. V. 409. old.  
Hayward: Outline of Metallurgical practice 1946.  
J. Bray. Non ferrous production metallurgy 1947.  
Mining and Metallurgy 1948. I.  
Metals Handbook 1948.  
Journal of the Inst. Met. 1949. IX.  
R. H. Bauld: Trends in melting and casting of O.F.H.C. cooper 1949.  
Copper and its Alloys in Eng. and Technology 1949.  
A.S.T.M. Standards on copper and copper alloys 1949.  
W. Baukloh: Die physikalisch chemischen Grundlagen der Metallurgie 1950.  
Metal Progress 1950. I. 51.  
Szmirnov: Metallurgja medi i nikelja. 1950.  
Zeitschrift für Erzberg u. Metallhüttenwesen (Erzmetall) 1951. IX.  
Journal of metals 1951. 3. 468. old.  
Iron Age 1951. I. 25; II. 15; II. 22; VIII.  
Koldasov: Metallurgija medi 1951.

## Magyarországi bauxitok tulajdonságai a timföldgyártás szempontjából\*

MÁRIÁSSY MIHÁLY

Мариашши Михаль:

**Особенности венгерских бокситов с точки зрения производства глинозема**

Feladatom a legfontosabb hazai bauxitérczeknek a timföldipari feldolgozás szempontjából való értékelése. Midőn erre jelen előadásomban kísérletet teszek, előljáróban az alábbiakat kell megjegyeznem:

A feldolgozó szempontjából tehető kritikai értékelés rendszere akkor volna a legszebb és talán a legértékesebb is, ha megállapításainkat egy mindenki által elfogadott legvalószínűbb bauxitkezelési elmélet eredményeivel hozhatnánk kapcsolatba. Mint vegyész, a bauxit képződésére vonatkozó elméletek közül a vegyi üledékként való keletkezés elméletét tartom a legvalószínűbbnek és felfogásom e tekintetben közel áll Boldizsár Tiboréhoz, aki kolloid diszperz rendszerekből való gélképződést feltételez. Hogy a további fejtegetéseket még sem állítom ennek a felfogásnak tükrébe, azt ugyanazon okból teszem, mely miatt a bauxitkérdés egyik legkiválóbb ismerője, Vadász Elemér sem foglal állást Bauxitföldtan című művében egyik lehetséges keletkezési elmélet mellett sem. Így előadásom adatszervi részében az ipari gyakorlatra, az üzemek kutató laboratóriumainak vizsgálati eredményeire és nem utolsósorban a Fémipari Kutató Intézetben elért eredményekre támaszkodom, de ezeknek az eredményeknek közlésével egyidejűleg sok esetben

nem áll módomban az ásványtani összetétellel kapcsolatos összefüggésekre rámutatni, még kevésbé van módomban arra, hogy az ipar eredményeivel kapcsolatban a bauxitkezelkezési elméletek egyik-másikának helyességét eldönteni hivatott vita anyagához kiértékelt adatokat szolgáltatthassak.

Hazai bauxitérceinket a timföldipar elsősorban az alábbi szempontok szerint vizsgálja:

1. A bauxit  $Al_2O_3$  tartalma milyen kitermeléssel nyerhető ki az ércből. Ez elsősorban a bauxit ásványok kristálytani módosulatainak kérdése, másodsorban a bauxit modulus kérdése, gazdaságilag pedig energia és marónátron árkérdés.

2. Az érc feldolgozásánál a gyártásnak milyen lúgvesztésekkel kell számolnia. Ez elsősorban modulus kérdése, másodsorban a szilikát kémiát érintő ásványtani kérdés. Gazdaságilag ez döntő szempont szokott lenni a feldolgozásnál.

3. A vörösiszap fajlagos mennyisége és ülepedési sebessége hogyan alakul. Ez gyártástechnológiai kérdéseken kívül ásványtani és modulus kérdés. Gazdaságilag ez a kitermelést rontó hidrolízis viszszaosztásának kérdésével kapcsolódik össze, másrészt a beruházás volumenjét határozza meg jelentős mértékben.

Ezen kérdések megvilágításához vizsgálunk kell:

a) A bauxitok ásványtani összetételét és az egyes alkotó ásványok viselkedését a feldolgozás során.

b) Tárgyalunk kell gyártástechnikai kérdéseket, amelyek egyes érceink feldolgozásánál hosszú

\* Elhangzott a Magyar Tudományos Akadémia bauxitbányászati konferenciáján, 1952. július 24-én.



kísérleti munka eredményeképpen érc típusonként kidolgozott optimális üzemi technológiai előírásokhoz vezettek bennünket.

c) Végül, hogy bauxitkincsünk reális értékelését elvégezhesük, érintenünk kell a vizsgálatok alapján legkedvezőbbnek megismert utakkal kapcsolatos gazdasági vonatkozásokat is.

Bauxitjaink  $\text{Al}_2\text{O}_3$  tartalma 48 és 60% között változik. Ennél nagyobb  $\text{Al}_2\text{O}_3$  tartalom érceinknél csak szórványosan fordul elő. Így az érceben 25–30% Al található, ellentétben pl. a vasércekkel, melyekben a kinyerni kívánt fémtartalom sokkal nagyobb. Ennek az az oka, hogy az  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -ban az Al alacsony atomsúlya miatt 54 rész Al-ra, 48 rész oxigén jut, míg a  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ -ban 56 rész vasra csak 24 rész oxigén, tehát ennek a fele. Így az Al-hoz kötött oxigén nem csak lényegesen szilárdabb kötésben van, de lényegesen nagyobb mennyiségben is, ami azt jelenti, hogy az alumíniumgyártás bármilyen módszerrel történjék is a jövőben, mindig jelentősen drágább lesz a vasgyártásnál.

Az alumíniumoxid mellett az elemzés mindig kimutatja bauxitjainkban a  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  és  $\text{TiO}_2$ -t, továbbá a kötött vizet. Érceink járulékos alkotórészei, melyeket majdnem minden ércünkben megtalálunk, az alábbiak:

szervesanyag, foszfát, szulfid és szulfát, Ca, Mg,  $\text{CO}_2$ , vanádium, arzén, fluor, Mn, Cr, Zn, alárrendeltbek: Cu, Ni, Ce, Th, Be, Zr és Ga. Agyagos vagy alunitos ércekben káliumot is találunk.

Az  $\text{Al}_2\text{O}_3$  hidratjainak érceinkben előforduló módosulatait közismertségük miatt itt nem ismertetjük. Foglalkoznunk kell azonban a bauxit hidratációjának és dehidratációjának kérdésével.

Az ezekkel kapcsolatos kísérletek és észlelések jó részt *Finkey József* (1930), *Polinszky Károly* (1948) és *Gedeon Tihamér* (1952) nevéhez fűződnek. Finkey a bauxitban kolloidokhoz kötött vizet kívánta eltávolítani a Fleissner-féle ahidrálással, azonban súlynövekedést tapasztalt. Ebből helyesen az alumíniumoxid-hidrátok hidratációjára következtetett. Dr. Polinszky kísérletei 5 atm. vízgőznyomás mellett azt mutatták, hogy a bauxit vizet ugyan alig vesz fel a gőztérből, azonban a molekulán belül átrendeződés következik be: a kötött víz mennyiségének a 250–300° C között eltávozó része jelentősen nagyobb, mint az eredeti bauxitnál. Vizsgálatait gánti kevert típusú érccel végezte. Kísérletei azt mutatják, hogy a vízfelvétel a 350–550° C közé eső vízvesztési területre esik, de a 900 C-fokos izzítás által kimutatott összes hidrállási víztöbblet csak 2,5%-ot tett ki a nyersbauxithoz viszonyítva. 10 atm. nyomáson Polinszky már hidratációt nem tapasztalt.

Nem sokkal később a bauxitoknak nedves őrléses előkészítésével kapcsolatos vizsgálatoknál a vezetésem alatt dolgozó ajkai Maszobal laboratóriumában végzett kísérletek eredményei azt mutatták, hogy a kellő hőmérsékleten és kellő ideig timföldgyári sűrűlúgos közegben végzett nedvesőrlés mellett az alumíniumoxid-hidrátok hidratációja nyírádi böhmities érccél jelentős mértékben bekövetkezik. Az  $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$  arány az eredeti 1:1,26-ról 50 C-fokon 2 óra alatt 1:1,34-re, 100 C-fokon 2 óra alatt 1:1,40-re, 3 óra alatt 1:1,47-re emelkedett.

Ezen vizsgálatainkat tovább folytatta és jelentősen előrevitte a Fémipari Kutató Intézetben Gedeon Tihamér és szerencsés elgondolásból kiindulva 800 C-fokon előre kiizzított bauxit hidratációs viszonyait vizsgálta különböző töménységű lúgoldatokkal való főzés közben. A főzési idő függvényében maximum 11,48%, azaz az eredetileg is jelenlévő 2,66% kötött víz levonását figyelembevéve 8,82% vízfelvételt talált.

1000 C-fokos előizzítás után kísérletei szerint a maximális vízfelvétel 1 órás főzés mellett 6,97% volt. Gedeon kísérletsorozataiból megállapítható, hogy a bauxit hidratációja akkor is bekövetkezik, ha annak hidrargillit tartalmát előzetes hevítéssel elroncsoltuk, sőt a böhmít egy részéből is elűztük a kötött vizet. A kísérletekhez felhasznált bauxit eredeti izzítási vesztesége 12,38% volt.

Gedeon szerint a 800 C-fokos előizzítás következtében még nem lép fel olyan jelentős szerkezeti változás a kristályrácsban, hogy a rács vízfelvételre alkalmatlanná váljék. 1000 C-fokon ez az átalakulás már mélyebbreható, tehát csak töményebb lúgokkal való főzés vezet nagyobb mértékű hidratációra.

Az említett kísérletek nem annyira külön-külön, mint egybevetve érdekesek, mert rámutatnak néhány még ismeretlen kérdésre, melyeknek felderítésére bauxitkincsünk reális értékeléséhez szükségünk volna. Ezeket a kérdéseket a következőképpen tehetjük fel:

A Polinszky által lefolytatott kísérletek ugyanúgy mint Gedeon kísérletei nem mutatnak rá arra, hogy az eredeti érceben, illetőleg az előizzítás következtében modifikált érceben lévő különböző alumínium-hidrát módosulatok melyike veszi fel a vizet. Lehetséges, hogy a böhmít alakban lévő modifikáció, de lehetséges az is, hogy egy olyan módosulat, amely az eredeti érceben is már a böhmítnél lényegesen nehezebben tárható fel a timföldgyártás üzemi viszonyainál. Valószínű, hogy Gedeon az előizzítással létrehozott ilyen módosulatokat és ezt követően ezeket hidratizálta. Ha ez az eset állana fenn, akkor kézenfekvő, hogy azonos üzemi körülmények mellett a hidratizált érc jobb feltárási képességet mutat, míg előző esetben legfeljebb a feltárási idő megrövidülésével számolhatunk. A nedvesőrléssel kapcsolatban Ajkán végzett kísérletek eredményeiből úgy látszik, hogy rövidebb feltárási idő mellett is megnövekedett  $\text{Al}_2\text{O}_3$  kihozatalt lehet elérni, ha a hidratáció fokának kellő előrehaladását biztosítottuk. Ebből természetesen nem lehet azt a következtetést levonni, hogy a hidratációnál nem a böhmít alakul át hidrargillitké, hanem pl. a vízfelvétel elsősorban az érceben lévő kismennyiségű diaszpor vagy egyéb módosulatnál történik meg. Bizonyos merészség nélkül nem lehet levonni fentiekből egyáltalán semmiféle következtetést mindaddig, amíg a folyamatot a differenciál-termálanalízis és a röntgen módszerével nem kísértük végig. Ezen módszerek a kérdésekre várhatóan egyértelmű felvilágosítást adhatnak. Ilyen vizsgálatok most még nem túl nagy számban állnak rendelkezésünkre, az izzítási görbe felvétel pedig a felvetett probléma szempontjából nem ad eléggé megbízható és eléggé pontos adatokat. Érceink megismerése ezen jelentős hiányosság megszüntetéséig nem tehető teljessé. Ezért üdvözljük örömmel a



soproni Rákosi Mátyás Műszaki Egyetem ezirányú munkáit, melyek hazai vonatkozásban az ércek megismeréséhez jelentős tudományos adatokat szolgáltatottak és amelyek a Szovjetunió magas értékű eredményeivel is összehasonlíthatók. Ezeket a vizsgálatokat azonban, melyeket a soproni Egyetemen kívül néhány budapesti intézet is sikeresen végzett, nem elég széles alapon kezdték el. Hogy ez mennyire szükséges, azt a Szovjetunióban már régen belátták és így pl. differenciál-termál analíziseket *Urazov*, *Kurnakov*, *Moldavancev* és mások az urali és tichvini ércekre elvégezték. Ugyanakkor a szovjet tudósok részletes ásványtani vizsgálatokat is végeztek és pl. megállapították, hogy az észak-urali ércekben a kovasav nagyrészt opál és kvarc szemcsék alakjában, szabad állapotban fordul elő; a kovasavnak vegyülethez kötött része  $3\text{FeO} \cdot 3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$  alakban található, míg a  $\text{TiO}_2$  kristálytanilag rutil. Utóbbira nézve nálunk a vélemények eltérők. A múlt évben tartott Vegyészkongresszuson az egyik előadó a bauxit anatóz-tartalmáról beszélt, míg bizonyos kísérleti adatok arra engednek következtetni, hogy a titán-tartalom legalább részben ilmenithez van kötve, másik része pedig titán-tartalmú gél, ú. n. dölterit alakban van jelen.

Ezekre a kérdésekre, melyek közül ezt az egyet ragadtam ki, egy rendszeres és széleskörű ásványtani vizsgálat sorozatnak kellene világosságot derítenie. A vizsgálatokat a dr. Vendel Miklós által ajánlott módszerrel lehetne elvégezni, azonban a módszert még fejleszteni kellene olyan irányban, hogy a kovasav-ásványok pontosabb meghatározása lehetővé váljék. Az ásványtani vizsgálatokat idővel a timföldgyártás különböző fázisaira is ki kellene terjeszteni, főleg a különböző üzemi technológiai körülmények mellett nyerhető vörösiszapokra. Ily módon világosság derülhetne a Dorr-homok képződésével kapcsolatos kérdésekre is. Ezt a kérdést *Dunay Sándor* a múlt évi Vegyészkongresszuson ismertette, megállapította, hogy a Dorr-homok egyik típusának fő alkotó része  $5\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{TiO}_2$ ; valószínűleg vegyület formájában. Ezzel a kérdéssel nem kívánok bővebben foglalkozni.

Ugyancsak beszélni kell a bauxitok dehidratizálásáról is. A feldolgozó timföldipar sok esetben részlegesen vízteleníti a bauxit ércet feldolgozás előtt, hogy így a feltárás után jobban ülepedő vörösiszapot kapjanak. A hazai gyakorlat szerint ez a művelet jelentékeny mértékben a feltárhatóság rovására megy, illetőleg a dehidratizálásra fordítandó energia mellett még a feltárásnál is jelentősen nagyobb hőenergiamennyiséget kell befektetni. Ez a helyzet pl. az iszkaszentgyörgyi érc feldolgozásánál. Ebben az esetben az előízzítás a feltárást rontja. Bekövetkezhet azonban ennek az ellenkezője is: szovjet tapasztalatok szerint diaszpóros ércek feldolgozásánál szigorúan előírt hőfokon és ideig való előkalcinálás a feltérési nyeredék igen jelentős javulásához vezet. A szovjet vizsgálatok szerint 105–400 C-fok között a diaszpór és alfa-hematit vonalai a Röntgen-diagrammon nem változnak meg, míg 450 C° mellett ezen vonalak intenzitása csökken és megjelennek az alfa-korund vonalai. 500 C° felett csak az alfa-korund és az alfa-hematit vonalai maradnak meg, azaz víz

kiválásával a diaszpór rács közvetlenül az alfa-korund rácsba megy át. 500–1000 C-fokos hevítésnél a röntgen diagrammon további változást nem észleltek. 450 és 500 C° között a diaszpór kristályrácsának labilis, átmeneti állapota jellemző; ebből következtetnek arra, hogy ilyen mértékű előízzítás mellett található a feltérési kihozatal optimuma. Hazai érceinknél a viszonyok természetesen mások. A nyírádi érc a feltérás szempontjából pl. két előkalcinálási hőfokoptimumot mutat: az egyik 110 és 220 C° között fekszik, a másik 550 C° felett. Az előízzítási hőfok növelésével ezután a feltérhatóság romlik, de 700 C° körül ismét kis emelkedést mutat. Ugyanez a tapasztalat halimba—cseseri ércek vizsgálatánál is.

Ezeket a megfigyeléseket hazai viszonylatban nem követte eddig a modern technika tudományos módszere: a Röntgenvizsgálat és a hővizsgálat. A feldolgozó számára sok jelenség megérthetőbbé válna, ha ezek a vizsgálatok rendelkezésre állnának.

A bauxit  $\text{Al}_2\text{O}_3$  tartalmáról röviden ennyit kívántunk megjegyezni. Mielőtt azonban a többi ásványi elegyrészeknek a feldolgozásra gyakorolt hatását ismertetnők, még megjegyezzük, hogy a bauxit előízzításával kapcsolatban a feldolgozó szempontjából még két további hatással kell számolnunk. Az egyik az, hogy magasabb hőmérsékletű ércpörkölésnél az érc szervesanyag-tartalmának elég jelentős része elégethető, ami a további feldolgozás szempontjából előnyös. A másik megfigyelés rosszabb modulusú érceknél tehető. Ugy tűnik, hogy agyagos elegyrészek, illetőleg egyik-másik ebbe a csoportba sorolható alumíniumszilikát, termikus bomlást szenved és végső eredményként a kihozatal jobb lesz. Erre a jelenségre még visszatérünk.

A bauxit legfontosabb ásványai az alumínium-oxidhidrátok mellett a szilikátok. A magyar ércekben a kovasav legtöbbször kaolinit ( $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) alakjában fordul elő, bár pl. az iszkaszentgyörgyi bányában különösen a fekűhöz közel sok amorf kovasav gél is találunk, a bitó bányában pedig kvarcitot. Az előkalcinálás hatásánál említettük, hogy az ércek pörkölésénél a kovasav vegyületek részben megbomlanak. Így a kaolinitből 900 C-fokos izzítás mellett mullit (mások szerint szillimanit) és szabad kovasav keletkezik. Ez utóbbi 90 C°-on híg nátronlúggal kioldható. Ugyanaz tapasztalható, ha tiszta kaolinnal végezzük el a kísérletet. A Lautawerk egyik szabadalma ezt a jelenséget használja ki alacsony modulusú ércek javítására. Az eljárással kapcsolatban meg kell jegyezni, hogy a tiszta kaolinitnél és a bauxitnál is ez az átalakulás már 700 C-fokon végbemegy. Szükséges azonban, hogy a híg lúgok számára az érc  $\text{Al}_2\text{O}_3$  tartalma ugyanakkor oldhatatlanná váljék 90 C-fokon. Ezért dolgoznak 900 C-fokos előízzítással. Így, sajnos, a feltérhatóság jelentősen romlik, amellyel még oldási veszteségek is fellépnek az alumíniumoxidnál.

A kovasavtartalom az érc legkárosabb szennyezése. Nemcsak azért, mert nátron- és timföldvesztéssel okoz, hanem azért is, mert alacsony modulusú érc feldolgozása esetén az üzemi kapacitása jelentős mértékben visszaesik. A veszteségek mértéke a feldolgozásnál elméletileg  $2\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$



vörösiszapba kerülő vegyület képződését feltételezve:  
1,13 kg  $\text{Al}_2\text{O}_3$  és

0,80 kg NaOH az érczel bevitt  $\text{SiO}_2$  kg-ként.

A gyakorlatban a veszteségek ennél még magasabbak. Más adatok szerint (Bjelajev) 1 kg  $\text{SiO}_2$

0,81 kg  $\text{Al}_2\text{O}_3$  és

0,665 kg NaOH veszteséget okoz a feldolgozásnál. Utóbbi veszteségszámítás  $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  összetételű nátrólit képlettel számol.

A fenti veszteségek ismeretében közelítőleg számíthatjuk a teljesítmény visszaesésének arányát. Ehhez a számításához meg kell jegyeznünk azt, hogy a nagyobb  $\text{SiO}_2$  tartalmú érceknél nem csak azért csökken az üzem kapacitása, mert a feltárhatóság rosszabb, hanem azért is, mert megnő a vörösiszap mennyisége és így ülepítési nehézségek is jelentkezhetnek. Alacsony modulusú ércek vörösiszapjának ülepedési sebessége is minden esetben rosszabb. A gyakorlatban ez azt jelenti, hogy a várható kapacitás-csökkenés a számíthatónak kb. kétszerese.

Hazai bauxitjainkban az  $\text{Al}_2\text{O}_3$  mellett a legnagyobb mennyiségben a  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  fordul elő. Az  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  általában hematit vagy különböző mértékben hidralizált  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  (pl. goethit v. lepidokrokit). A vasnak kis része sokszor markazit, pirit alakjában, mint szulfidos érc van jelen és gyakran magnetitot is találunk kis mennyiségben. Ez utóbbiak teljesen alárendelt jelentőségűek, bár a markazit jellegzetes, jól fejlett kristályaival a nyírádi Táncsics-bánya ércében néha nagyobb mennyiségben is találkozunk. Amennyire közömbös a pirogén feltárási eljárásokkal dolgozó ipar számára az ércben lévő  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  tartalom ásványi minősége, a hozzákötött víztartalom, a szemcseméret és a szemcsék alakja, annyira érdekli a Bayer-féle feldolgozó üzemet. A vörösiszap ülepedési tulajdonságai nagyrésztben fentiekől függenek.

A vörösiszap ülepedési sebességét az üzemi gyártási előírások alkalmas megválasztásával természetesen befolyásolni tudjuk az ásványtani jellegtől függetlenül is, pl. az érc szemcsenagyságának, illetőleg a legfinomabb frakció mennyiségének megszábasával, vagy a hidrolízisnek az ülepítés közben való nagy arányú viszaszorításával. Így elérjük, hogy ülepítés közben a vörösiszap szemcsék felületére lehetőleg kevés kocsonyás  $\text{Al}(\text{OH})_3$  rakódjék, mely nagy fajlagos térfogata miatt az ülepedést rontja. Javíthatjuk az iszap ülepedését akkor is, ha biztosítjuk, hogy a lúg kovasavtalanításának vegyfolyamata már az ülepítés megkezdése előtt teljes befejezést nyerjen. Kísérleti adataink vannak arra, hogy ez a jelenség milyen károsan befolyásolja az ülepedést. Ezeket a tényezőket azonban az üzemvezetés közben tartja. Ez idő szerint úgy látszik, hogy egyedül az iszkaszentgyörgyi érc feldolgozásánál nem jól irányítható a finom frakció mennyisége, az érc ugyanis rendkívül porlékony.

Egy bizonyos bauxit-fajtáról megállapítani azt, hogy vörösiszapja jól fog-e ülepedni, ezidőszent csak laboratóriumi feltárási és ülepítési kísérlet végzésével tudjuk. A bauxit előkalcinálásával kapcsolatban lejátszódó módosulátváltozásokat a vasvegyület tekintetében szintén nem vizsgálták röntgenel. Az ásványtani vizsgálatok már adnak bizonyos

támaszpontokat az iszapok várható ülepíthetőségére, ezek azonban csak kvalitatív jellegűek.

Amikor azt akarjuk megállapítani, hogy valamely bauxit vörösiszapja hogy fog a feldolgozás során viselkedni, két kérdést kell tisztáznunk. Az egyik az, hogy a zavartalan ülepedés szakaszában milyen ülepedési sebességet érünk el. Az ülepítő elrendezések tervezésénél ettől a sebességtől függ a választandó ülepítő felület méretezése. A másik dolog, amit figyelembe kell venni az, hogy az iszap a hátráltatott ülepítési periódusban milyen végső szilárdanyag: folyadékviszonyt ér el, vagyis hogy az iszap lazán vagy sűrűn áll-e össze. Ellenáramú iszapmosó ülepítő rendszernél ettől függ a szükséges lépcsők száma. Adott számú mosólépcsőnél pedig e szerint kell megválasztani az ülepítők ülepítési magasságát, vagyis ha az iszap tömörödése sok időt igényel, akkor magasabb ülepítő kamrákkal célszerű dolgozni. Túlságosan tömörülő iszap viszont túlterhelheti az ülepítő kaparószerkezeit, úgyhogy szintén káros. Utóbbi jelenséget néhány gánti ércminőségénél tapasztaltuk eddig.

A vörösiszapban lévő vasvegyületek szemcsenagysága és a szemcsék alakja is hatással van az ülepítésre. Az előkalcinált iszkaszentgyörgyi érc vörösiszapjánál a várakozás ellenére is azért találunk kedvezőtlen ülepedési viszonyokat, mert *Alliquander Endre* vizsgálatai szerint ennek  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  tartalma pikelyes formában van, így könnyen úszik. Az iszap főtömege leülepszik ugyan, de finom részek maradnak lebegve, melyek jó minőségű timföld előállítását igen nagy mértékben megnehezítik. A vörösiszap ülepítésével kapcsolatban nincsenek teljesen tisztázva még azok az elektrosztatikus jelenségek, amelyek a vörösiszap ülepedésére hatással vannak. A keményítőszuszpenzió ülepedést elősegítő hatását azonban ezeknek az elektromos erőknek a befolyásolásával magyarázzák.

A  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  tartalom modifikációinak átalakítása és ezzel kapcsolatban az ülepedési viszonyok jelentős megváltoztatására vonatkozólag érdekes kísérletek vannak folyamatban a soproni Műszaki Egyetem: fémkohászati tanszékén, melyeknek eredménye még nincs közölve. A kísérletek célja: a vasoxidot gamma módosulattá alakítani a feltárhatóság jelentős lerontása nélkül, ily módon mágneses térrel elősegíthetnénk a vörösiszap ülepítését.

Az érc  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  tartalmával kapcsolatban még egy figyelemreméltó körülmény érdekli a felhasználót: az, hogy a  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  és  $\text{Al}_2\text{O}_3$  vegyületek milyen mértékben nőttek össze egymással.

Hazai érceinkben általában Al-Fe oxidgélek fordulnak elő olyan finom összenövésben, hogy igen finomra való őrlés esetén sem sikerült eddig a két anyagot mosással, flotálással vagy különböző fajsúlyú folyadékok segítségével kielégítő mértékben szétválasztani.

Fontos szerepe van bauxitérceinkben a feldolgozás szempontjából a titán vegyületeknek is. A  $\text{TiO}_2$  tartalom érceinkben meglehetősen állandó: 2 és 3% közötti értékeket mutat, csak újabb kutatások kapcsán találtak olyan lelőhelyre, ahol a  $\text{TiO}_2$  tartalom ennél lényegesen magasabb. Utóbbi előfordulást azonban még nem vizsgálták ki kellőképpen.



Az érc titántartalma a feldolgozás szempontjából azért érdekes, mert a jelenlévő vegyület vagy kristálytani módosulat függvényében a  $\text{TiO}_2$  különböző mértékben tárolódik fel. A feltárt  $\text{TiO}_2$  mint nátriummetatitanát kerül a vörösiszapba, tehát lúgot fogyaszt. Kísérleti tapasztalatok szerint a titán annál nagyobb mértékben oldódik, minél töményebb lúgokkal történik a feltárás. A vörösiszapba a  $\text{TiO}_2$  rendszeren  $\text{Na}_2\text{O} \cdot 2\text{TiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$  alakban kerül, vagyis a bauxit minden  $\text{TiO}_2$  %-a 5,04 kg.  $\text{NaOH}$  fogyasztást okoz 1 tonna bauxit feldolgozásánál. A bauxit titán tartalma sok esetben nem reagál teljes mennyiségében és így a veszteségek ennél kisebbek. A várható veszteségek számítására csak akkor volna mód, ha a  $\text{TiO}_2$  vegyület összetételét és kristálytani módosulatát kétséget kizárólag ismernénk.

A szovjet bauxitokban a  $\text{TiO}_2$ , mint rutil fordul elő. Hazai érceinkben rutil és anatázról beszélnek, de lehetséges, hogy magnetit-tartalmú ércekben titanomagnetit vagy ilmenit alakban fordul elő. A már említett soproni kísérletekből azt a következtetést lehet levonni, hogy a kísérletek alá vont bauxit titántartalma részben olyan vegyületekhez van kötve, amelyek mágnesezhetők. Ezek a Fehér Tibor által kezdeményezett kísérletek u. i. azt mutatják, hogy a mágneses elválasztásnál a titántartalom nem dúsul a nem mágnesezhető frakcióban, tehát legalább részben a mágnesezhető érc elegyrészek maradékához van kötve.

Magyar bauxitok feldolgozásánál németországi gyárak úgy találták, hogy a  $\text{TiO}_2$  tartalomnak mintegy 30–40%-a vett részt a lúgfogyasztó vegyfolyamatban. A két adat összevetéséből következtethetünk arra is, hogy a titán érceinkben egyszerre kétféle kötöttségben is előfordulhat.

A bauxit kötött víztartalmát, mely az alumíniumoxidhidrátok hidratációs fokával és részben az  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  hidratációjával szervesen összefügg, már érintettük, most még csak azt jegyezzük meg, hogy az érc pörkölésénél a különböző pörkölési hőfokok pontosan determinálják a visszamaradó izzítási veszteség nagyságát. Ez az összefüggés sok ércünknel azonos, de különböző érc típusoknál a különböző hőfokokhoz tartozó izzítási veszteség-értékek nagy eltéréseket is mutathatnak. Ez a jelenség abban nyeri magyarázatát, hogy különböző hidratációs fokú bauxitok vízvesztésénél a molekulák rácsszerkezete különböző mértékben lazul meg: nagyobb mértékű lazulásnál további vízvesztésre könnyebben nyílik lehetőség.

A kötött víztartalmat rendszeren az izzítási veszteség megadásával tüntetik fel a laboratóriumok. Itt azonban mindig figyelembe kell venni azt is, hogy minden bauxit tartalmaz több-kevesebb mennyiségű szerves anyagot, melynek összetétele kevésbé ismert. Régebben a szervesanyag mennyiségére a feltárási lúgok  $\text{KMnO}_4$  fogyasztásából következtettek, így pontatlan, de összehasonlítható adatokat kaptak. Pl. egy iszkaszentgyörgyi érc üzemszerű feltárása után a lúgoldat egy litere mintegy 300 cm<sup>3</sup> n/10 permanganátot fogyasztott, ha az ércet nem pörköltük, a lúg színe sötétbarna. Ha az ércet legalább 300 C-fokon pörköltük, akkor zöldessárga lúgoldathoz ju-

tottunk, mely már csak 49 cm<sup>3</sup> n/10 permanganátot fogyasztott.

A szerves anyag mérőszámának meghatározására a Fémipari Kutató Intézet dolgozott ki igen jól alkalmazható krómsavas nedves égetési eljárást, melyet bauxitjainknál használunk is. A módszer a szerves vegyületekben kötött szén közvetlen megadására alkalmas, azonban nem nyújt semmiféle felvilágosítást a szerves anyagok minőségére vonatkozólag. Az ércben lévő, illetőleg az abból kioldódó szerves anyagok minőségének ismerete és a szerves anyagok lebomlásának kísérleti úton való végigkövetése a gyártási eljárás során igen fontos volna a gyakorlati üzemi szakemberek számára is, mert a gyártás majdnem minden fázisában kell bizonyos hatást tulajdonítani a szerves anyagok jelenlétének, azok minőségétől függően. Az ülepítőekben nagymértékű habzást idézhet elő a szerves anyag, sőt az üledést teljesen lehetetlenné is teheti. A kikeverést gátolhatja oly módon, hogy az oldott alumínáttal stabil komplex vegyületeket alkot. Más szerves anyagok a kikeverést elő is segíthetik olyan módon, mint ahogy azt Antipin, Szmirnov és Szvisztunov 67916. sz. szovjet szabadalma leírja egyes szerves anyagoknak a kitermelési hányad növelése céljából való adagolása által. A szerves anyagok eltávolításáról komoly zavarok esetén a lúgbeszűrésnél kell gondoskodni. Bizonyos technológiai előírások betartása mellett a szerves anyagok a kikristályosodó szódával együtt választhatók le és kiszűrhetők. Az urali alumíniumgyár ennek az eljárásnak a technológiáját kidolgozta és azt sikeresen alkalmazza is olyan érceknél, melyeknek szerves anyag tartalma lényegesen nagyobb, mint a hazai érceké. Az ajkai laboratórium a nyírádi érc szerves anyagának minőségét vizsgálta és úgy találta, hogy annak jelentős része viaszszerű, illetőleg gyantás. A gyanta jellegű vegyületek a lúgoldattal szappanokat képeznek, melyek a lúg habzását elősegítik. A szerves anyag frakcionált extrahálásával különböző típusú vegyületek különíthetők el, így egy törékeny 80 C-fokos olvadáspontú anyag is, mely az autoklávokban nem tárolódik fel és a vörösiszapba kerül. Célszerű volna ezeket a vizsgálatokat többi érceinkkel is elvégezni, főleg a halimbai és iszkaszentgyörgyi érccel. Ezekben a bányákban a szervesanyag valószínűleg nagyrészt humuszsav típusú.

A szervesanyagok egy része a feltárásnál oxidálódik és szóda keletkezik. A Bayer-féle körfoiyamat szervesanyag-mérlegének teljes kontrollálását ez nagymértékben megnehezíti. A szerves anyag eltávolítás ellenőrzése céljából célszerűen a Fémipari Kutató Intézet módszerével vizsgáljuk időnként a lúgoldatokat.

A bauxit izzítási veszteségének megadásakor a kötött víz tartalomra helytelen következtetést vonunk le akkor, ha a bauxit mészkő-tartalmú, mert ilyenkor a mészhez kötött  $\text{CO}_2$  felszabadul. Főleg a halimba-cseresi bánya érce tartalmaz sok karbonátot, ahol az utólag vált ki a mészkő oldataiból. A fedőrétegek közelében a mészkő mennyisége a 7%-ot is eléri, az érc átlagos  $\text{CO}_2$  tartalma pedig 1,6%. A mészhez kötött  $\text{CO}_2$  a feldolgozásnál mint lúgfogyasztó jelentkezik. Gyakorlatilag a teljes  $\text{CO}_2$



mennyiség szódát alkot a lúggal. Ennek az az oka, hogy a feltárás körülményei mellett a nagy hidroxil-ion koncentráció következtében a  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  diszociációja nagymértékben visszaszorul és ez a vegyület az oldatból gyakorlatilag teljesen kiválik; oldhatósága kisebb lesz a  $\text{CaCO}_3$ -nak a lúgoldatban való oldhatóságánál. Ennek következtében dekauszifikálódás lép fel és a lúgok nagymennyiségű szódával szennyreződnek. A szódát külön üzemszerűen nyerik ki és belőle a lúgot kausztifikálással regenerálják. A  $\text{MgCO}_3$ -ra ugyanez vonatkozik, de Mg csak ritkán található számottevő mennyiségben az ércekben, főleg a feké dolomitritegek közeléből való bányászat anyagában.

Sokszor az ércek mésztartalmával függ össze, az ércek foszfát-, illetőleg szulfáttartalma is. A magyar bauxitoknál azonban ezt nem lehet általános-ságban megállapítani. A  $\text{P}_2\text{O}_5$  tartalom pl. a nyirádi Táncsics bányában jórészt a feké közelében, továbbá egy vetődés mentén koncentrálódott fel. A gánti érceben a  $\text{CaO}$  és  $\text{P}_2\text{O}_5$  aránya közel állandónak vehető. A halimbai érceben a  $\text{CaO}$  és  $\text{P}_2\text{O}_5$  között eddig nem sikerült összefüggést megállapítani.

Ami a szulfátnak a mésztartalommal való összefüggését illeti, ez csak abban az esetben áll fenn, ha a szulfát gipszalakban jelen van. A nyirádi Ferencbányában néhány évvel ezelőtt találtunk gipszes beágyazásokat. A  $\text{CaSO}_4$  jellegzetes kristályai jól felismerhetők voltak. Egyéb érceinknél a szulfáttartalom inkább alunithoz van kötve. Így pl. a halimbai és Sümeg környéki előfordulásokban. Az ércek  $\text{P}_2\text{O}_5$  és  $\text{SO}_3$  tartalmának a feldolgozás szempontjából nagy jelentősége van. A  $\text{P}_2\text{O}_5$  részben eltávozik a vörösiszappal, különösen magasabb nyomáson történő feltárásnál azonban nagyrészt az oldatba kerül. Az aluminátlúgban erősen feldúsul és a 0,6 g/l  $\text{P}_2\text{O}_5$  koncentráció elérése után a kikeverésnél a hidráttal együtt kiválik. A hidráttól huzamos ideig tartó forróvízes mosással eltávolítható. Ha nem távolítjuk el kielégítő mértékben és a foszfát a timföldbe kerül, akkor az elektrolízisnél zavarok keletkeznek: az áramhatásfok jelentősen visszaesik és a kryolith-fogyasztás nagymértékben megnövekszik. Elektrolízisnél a  $\text{P}_2\text{O}_5$ -ből elemi foszfor keletkezik, ez feljön az elektrolit felszínére és ott jellegzetes szúró lánggal elég. Nagy foszfortartalmú érceknél, mint amilyen a gánti (0,3–0,4%) és az iszkaszentgyörgyi (0,5%-ig), az elemzésnél az oxidok összegének megadásánál, illetőleg az  $\text{Al}_2\text{O}_3$  kiszámításánál a foszfortartalmat külön figyelembe kell venni.

A szulfáttartalom, akár alunit, akár gipsz formájában van jelen az érceben, a timföldgyártásra egyaránt káros: a jelenségek ugyanazok, mint a karbonátos ércek feldolgozásánál. A szulfáttartalom egy része az oldatba kerül, ott  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  keletkezik és így lúgvészteség lép fel. A nátriumszulfát nem kausztifikálható, belőle egyszerű módon a lúg nem nyerhető vissza. Ezzel a kérdéssel Gedeon Tihamér egy régebbi cikke részletesen foglalkozott.

Beszélnünk kell érceink vanádiumtartalmáról is. A  $\text{V}_2\text{O}_5$  tartalom érceinkben ismeretlen vegyület formájában fordul elő. Lehetséges, hogy a szervesanyag-tartalommal van kapcsolatban. Mennyisége

érceinkben általában 0,1%  $\text{V}_2\text{O}_5$ -nél kevesebb. A feltárásnál ennek a mennyiségnek kb.  $\frac{1}{3}$ -ad része az oldatba kerül és onnan a hűtött sűrűlúgból vagy hűtött higlúgból kiválasztható. Jelenléte rendkívül káros, mert halogének jelenlétében a foszfátokkal heteropolisavas vegyület formájában a hidráttal együtt kiválik és abból nehezen mosható ki. A timföld elektrolízisének a vanádium jelenléte is rontja az áramhatásfokot, a fém minőségét pedig elektromos vezetőképesség szempontjából igen kedvezőtlenül befolyásolja.

Minden bauxitunkban található fluor is, kb. 0,10 százalék F mennyiségben. A feltárásnál a fluor az oldatba kerül. A nyirádi érceben 0,15%-ot is találunk, azonban nem sikerült összefüggést találni az F és  $\text{P}_2\text{O}_5$  tartalom között, úgyhogy nincs bebizonyítva, hogy a fluor apatithoz van-e kötve, vagy fluorit kristályok alakjában fordul elő. Az előállított timföld minősége szempontjából a fluortartalom nem játszik szerepet, sőt ha a hidrát fluortartalmú, akkor külföldi tapasztalatok szerint a kalcináló kemencékben az anyag kevésbé torlódik és így egyenletesebb kikalcinálás biztosítható. Az aluminátlúgok magas fluortartalma a lúgbepárlásnál zavarja az üzemszerűt, a forraló testek csöveire kemény NaF-réteg válik ki és így a hőátadás romlik.

Bauxitjainkban arzén is találunk kis mennyiségben, az arzén-vegyület a timföldgyári lúgban azonban csak hosszú évek során dúsul fel. Jelenléte a gyártás szempontjából nem jelentős.

Némelyik bauxitunk tartalmaz krómvegyületeket is, valószínűleg krómvaskő alakjában. Ezt az ásványt a feltáró lúgok csak csekély mértékben támadják meg. Timföldgyáraink lúgjának  $\text{Na}_2\text{CrO}_4$  tartalma igen alacsony. A nyirádi érceben krómot nem találunk, a gánti érceben néha 0,1%  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ -ig emelkedik a mennyisége. Így egyelőre egyik üzemünknek sincs szüksége arra, hogy az aluminátlúgokat a krómtól, ferroszulfáttal vagy nátriumszulfiddal tisztítsa. A németországi gyárakban erre szükség volt és a krómtartalmú csapadékból zöld festéket állítottak elő. A kombinált eljárásoknál az érc krómtartalmának jelentős része az oldatba kerül, úgyhogy minden esetben gondoskodni kell eltávolításáról.

Mangánt bauxitjaink piroluzit vagy pszilomelán alakjában tartalmazzak. Jelenléte a feldolgozás szempontjából nem káros. A gánti érceben 0,08% Mn található, főleg az érctepek szélén. A legtöbb Mn-t Ujbarokon találtak a bauxitban: 1,40%  $\text{MnO}_2$ -t. Az érc feltárásánál a mangántartalom hozzájárul a szerves anyagok oxidálásához az autoklavokban.

Bauxitjaink cinktartalmával annakidején dr. Plank Jenő és munkatársai foglalkoztak. Mennyisége a hazai érceinkben nem jelentős. A Bayer-eljárásnál a cink nagyrésze oldatba kerül, de mennyisége a magyar bauxitok használatánál 0,02 g/l-nél kevesebb szokott lenni. Réz és nikkel bauxitjainkban csak nyomokban fordul elő, foglalkozni velük ez idő szerint a feldolgozó szempontjából nem érdekes.

Figyelmet érdemel azonban bauxitjaink ritka fém- és földfém-tartalma: Ga, Th, továbbá Ce, és Zr minden érceinkben kimutatható. A gallium mennyiségére átfogó vizsgálatok még hiányoznak, azonban az ajkai laboratóriumban az üzem aluminátlúg-jából



sikerült galliumkloridot kiválasztani és ennek alapján a lúgoldatok galliumtartalmát meghatározni. A bauxitok rádióaktivitásának kérdésében 1931-ből Dittler adatai állanak rendelkezésre, aki a gánti ércnél  $10^{-4}$  U<sub>a</sub> O<sub>8</sub> egységnek megfelelő rádióaktivitást mért, továbbá napvilágot látott Méhes Kálmán három cikke, melyeknek az a legfigyelemreméltóbb megállapítása, hogy a gánti érc nagyobb sugárzási értéket mutat, mint a velencei hegység gránitja. A rádióaktív anyagok mennyiségének összefüggését a bauxit egyes ásványos elegyrészeivel részletesen még nem vizsgálták. Lehetséges, hogy mennyiségük éppen úgy, mint a ZrO<sub>2</sub> tartalom, a titántartalommal változik. Ha ilyen összefüggésekre kifinomult analitikai módszerekkel rámutatnánk, akkor a vegyi analízis a keletkezés-elméleti kérdésekhez értékes adatokat szolgáltatna. Vadász szerint a cirkon, valamint a rutil és a bauxitjainkban itt-ott előforduló túrmalin törmelékes eredetű.

Alkáli fémeket nagyobb mennyiségben akkor találunk a bauxitban, ha az agyagos vagy alunitos.

Külön meg kell említenünk a ritka földfémek közül a berilliumot, amely néhány bauxitunk kísérő alkotórésze.

A timföldgyártás folyamán a Be az oldatba jut és szennyezi a timföldet. Az alumínium elektrolyzisének a berillium német adatok szerint a kryolith-kérget keménnyé, nehezen betörhetővé teszi. Érceink berilliumtartalma 0,01% BeO nagyságrendű. A timföldgyári körfolyamatból a vanádiumsóval választható ki, célszerűen a lehűtött hígújból.

Az elmondottak szemléletesebbé tételére néhány hazai bauxitunk nyomelemzését ismertetem, hogy a feldolgozók az egyes típusokkal és a feldolgozásnál várható hatásokkal számolhassanak.

	Gánt	Iszkaszentgyörgy	Halimba
Organ. C . . .	0,03 %	0,05	0,09 %
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> . . . .	0,40	0,55	0,25
SO <sub>3</sub> . . . .	0,10	0,61	0,80
CaO . . . .	0,20	0,20	2,20
MgO . . . .	0,06	0,05	0,02
CO <sub>2</sub> . . . .	0,10	0,12	1,60
V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> . . . .	0,008	0,06	0,09
ZrO <sub>2</sub> . . . .	0,09	0,04	?
ZnO . . . .	0,032	0,042	0,010
NiO . . . .	0,001	—	—
BeO . . . .	0,010	0,012	0,020
As <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . .	0,002	0,005	0,001
F . . . . .	0,03	0,096	0,12

Gedeon szerint a gerecsei ércben a V<sub>2</sub>O<sub>5</sub> tartalom 0,22%-ig, a Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> tartalom 0,12%-ig, egyes halimbai érceken az SO<sub>4</sub> tartalom 8,00%-ig is felemelkedik.

A három közölt összetételű típus feldolgozása esetén a halimbai ércnél kell a legnagyobb szennyezettséggel számolni; magas a szerves anyag mennyisége és a szulfát; a magas karbonáttartalom miatt pedig külön lúgvisszanyerő üzemet kell létesíteni. A nagy fluortartalommal is számolni kell.

Az elmondottakból látszik tehát, hogy ezek az 1%-nál kisebb mennyiségben jelenlévő járulékos alkotórészek is kihatással vannak a feldolgozás techno-

lógájára. A feldolgozónak foglalkoznia kell velük, mert az üzemben váratlan meglepetések érhetik még ugyanannak a bányának különböző helyeiről vett ércek esetén is. Így egyízben az üzemi gyakorlat szükségessé tette számunkra, hogy a Nyirádon fejtes alatt álló két lencsét teljes egészében feltérképezzük P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> tartalom szempontjából és az üzem nehéz helyzetében a feltérképezés alapján irányítsuk a szállításokat mindaddig, míg az üzem a szükséges intézkedéseket meg nem tudta tenni.

Üzemeinknek ma a legnagyobb gondot a bauxit modulus fokozatos romlása okozza. Ez a Bayer-eljárás költségeinek fokozatos emelkedésével jár. Ezért kutatóink, élükön a Fémipari Kutató Intézettel, egyre inkább a zsugorításos és kombinált eljárások felé tekintenek, mely eljárásokkal magasabb kovasavtartalmú ércek is feldolgozhatók aránylag gazdaságosan. A zsugorításos eljárásokat a Bayer-eljárással szemben lényegesen magasabb tüzelőanyagfelhasználás jellemzi. A timföld kitermelése ezzel szemben lényegesen jobb és csökken a fajlagos nátrionfogyasztás. Világpiaci árakat véve figyelembe, 7—8% SiO<sub>2</sub> és 50% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> tartalmú bauxit esetében a tisztán Bayer és a zsugorításos eljárással termelő timföld önköltsége azonos, míg a kovasavtartalom növekedésével a zsugorításos eljárás már viszonylag olcsóbban termel. Ezért üzemeinknek előbb-utóbb szüksége lesz arra, hogy a két eljárást úgy kapcsolják össze, hogy a zsugorítási eljárás alacsony bauxitszükséglete és alacsony marónátron igénye mellett a Bayer-eljárás alacsonyabb tüzelőanyagszükséglete érvényesüljön. Ebben az esetben vagy pedig a tisztán zsugorításos feldolgozás esetében, az érccel szemben támasztott követelmények némiképpen megváltoznak, illetőleg az érceket más szempontok szerint értékeljük. A zsugorításos eljárás számára teljesen közömbös, hogy az Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> milyen módosulatban fordul elő, lehet nehezen felfáradható diaszpor is. Szintén közömbös a Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> módosulata, mert az iszapok konzisztenciája merőben megváltozik és ülepítés: nehézségekkel számolni nem kell. Közömbössé válik a bauxit mészhhez kötött karbonát és szervesanyag tartalma is. A többi járulékos alkotórész tekintetében azonban már vagy különleges követelményekkel kell felépni, vagy az üzemi technológiát kell megfelelően kifejleszteni. A zsugorításos eljárásnál a járulékos alkotórészek sokkal nagyobb mértékben tárolódnak fel. A szulfát legnagyobb része oldatba kerül, redukció útján a kemencében keletkezhetnek belőle szulfidok és oldatainkat kolloid vasszulfid szennyezi. Az érc krómtartalma is részben az oldatba jut és ha nem gondoskodunk eltávolításáról, akkor szennyezi a terméket és rontja a belőle készült alumínium elektromos vezetőképességét. Feltárolódik a kovasav egy része is, ezért a lúgok kovasavtalanításáról minden esetben gondoskodni kell. Az ércben lévő vas és titánoxid mennyisége a felizzítandó anyagok mennyiségét igen nagy mértékben befolyásolja. Az apró járulékos alkotórészek viselkedése még kevésbé van tisztázva, sőt az említett vegyületekkel kapcsolatban is van néhány nyitott kérdés. A kérdések tisztázására kis laboratóriumi kísérletek nem minden esetben megfelelőek. Az eredményeket sokszor nem lehet a nagyipari megoldásokra kritika



nélkül átvinni. Egészen más viszonyok lesznek egy 100 m<sup>3</sup>-es zsugorító kemencében, mint egy laboratóriumi téglykemencében. A feltárhatóságra nézve laboratóriumban is pontos és egyértelmű feleletet kaphatunk, de az előállított termék szennyezettségére nézve már nem. Ezért időszerű, hogy a kombinált eljárások valamelyik timföldgyárunkkal kapcsolatban nagyüzemi kipróbálásra kerüljenek és a szükséges tapasztalatokat összegyűjthessük. Ezeknek az eljárásoknak szemszögéből érceinket még aszerint is értékeljük, hogy az értelepek összetétele mennyire ingadozó. A párhuzamos kombinált eljárás nagyon igényes az egyenletes ércminőségre, ellenkező esetben a technológiai előírásokat állandóan változtatni kell és az üzem nem dolgozik optimálisan. A sorozatos eljárásnál a másodlagosan feldolgozásra kerülő vörösiszap megfelelően silózható, így az üzem beállítása nem okoz különösebb nehézséget.

Röviden így lehetett összefoglalni azokat a kérdéseket, amelyek a feldolgozó ipart hazai érceink minőségével kapcsolatban érdeklik. Hazai érceink jó modulusu része jól feltárható, feltárhatósági adataik általánosan ismertek, így erről a kérdésről nem szükséges bővebben beszámolni. Alacsony modulusu érceink nagyobb mennyiségben való feldolgozására pedig úgyis csak a kombinált eljárások jöhetnek számításba.

Fejlődő alumíniumiparunknak ma két jelentős ércbázisa van: az iszkaszentgyörgyi és a halimbai. Ezek a bányák tetemes készlettel rendelkeznek és jó ideig el fogják látni iparunkat. Mivel azonban érceink megismeréséhez igen sok és gyorsan el nem végezhető munka befektetése szükséges, iparunk a jövő terve-

zés szempontjából egyre nagyobb figyelemmel kíséri geológusaink munkáját, akiknek feladata új telepek felkutatása. Reméljük, hogy munkásságuk gyümölcsöző lesz. A magunk részéről, válllvetve az érdekelte tudományos intézetekkel és elsősorban a Magyar Tudományos Akadémia áldozatos segítségére támaszkodva, igyekszünk, hogy érceink további megismeréséhez jó munkával hozzájárulhassunk.

#### IRODALOM:

- Berge: Tonerdefabrikation.  
Bjelajev: Könnyűfémek kohászata.  
Boldizsár T.: Bauxit és más ásványfélék keletkezése kolloidális diszperz rendszerekből. BKL. III. 1948.  
Finkey F.: BKL. 1931. 64. évf.  
Fox: The bauxite and aluminous laterite. 2. Ed. London, 1932.  
Fulda—Ginsberg: Tonerde.  
Gedeon: Magyar Kém. Folyóirat. XXXVIII. (1932.) Bauxitok járulékos alkatrészei, BKL. (1949) Kéntart. bauxitok feltárása, KL. 1951. 5. sz. A pörkölés hatása a feltárásnál, KL. 1952. 5. sz.  
Gmelin's: Handbuch der anorg. Chem. Mr. 35.  
Dr. Lányi B.: Karbonát-tartalom meghatározása. KL. 1951. 8. sz.  
Dr. Marschek Z.: A szovjet alumínium nyomán. KL. 85. évf.  
Máriássy M.: Bauxitok nedvesörléssel való feldolgozása. KL. 1951. 9. sz.  
Dr. Papp E.: Újabb elemzési eljárások a timföld-alumínium-iparban. Mérn. Továbbképző Int. kiadv. 1952.  
Dr. Plank—Bodor—Rády: Zn-meghatározások bauxitban. Magy. Kémikusok Lapja, 1949. 11. sz.  
Dr. Polinszky: Kémikusok Lapja, 1949. évf.  
Vadász E.: Bauxitföldtan.  
Méhés K.: Előzetes kísérletek a gánti bauxit izoradiációs részlet-térképének elkészítéséhez. Földtani Közöny, 1951. okt.  
Méhés K. és Csókás J.: Bauxit radiológiai vizsgálatok.

## Kozmopolitizmus és objektivizmus a műszaki és természettudományokban\*

ING. L. BEZDEK, BRNO

A munkásosztály, a Kommunista Párt és kormányunk a szocializmust építve hazánkban, hatalmas feladatok elé állítja tudományunkat és tudományos dolgozóinkat. Ezek a feladatok az ipar nagyméretű fejlesztéséből, a mezőgazdaság áttéréséből a nagyüzemi szocialista termelésre és egész társadalmunk átalakulásából erednek. Ezeknek a feladatoknak a megoldása, mely a tudományos fejlődés új forrásává válik, tudományos dolgozóinknak hazafias kötelessége, a csehszlovák tudomány tulajdonképpeni hivatása. Szükséges azonban, hogy tudományunk, tudományos dolgozóink megszabaduljanak a burzsoázia által hosszú ideig terjesztett ellenséges ideológiától, melynek nyilvánvaló célja az volt, hogy a tudomány ne legmagasabb célját teljesítse, — ne a népet, a nemzetet — hanem egyeseknek, a kapitalistáknak a céljait szolgálja. Rendkívül fontos ezért, hogy az ellenség ideológiai fegyverét felismerjük, leleplezzük és ártalmatlanná

tegyük. Ez volt a feladata a főiskolai tudományos dolgozók, Brnoban 1952 II. 27-től III. 1-ig tartott első ideológiai konferenciájának.

Az emberiség története két nagy korszakának, a kapitalista múltnak és szocialista jövőnek határvonalán állunk. A tudomány sem áll ezen a nagy társadalmi átalakuláson kívül. Minden lépése, minden tétele és minden ebből eredő cselekedete segíti, vagy akadályozza az új világ születését és befolyással van elvégzésére. Ezért tudományunk mai legfontosabb feladata a helyes irány megszabása, mely csak a tudományos dolgozók világos, kompromisszum nélküli ideológiai öntudata mellett lehetséges. A tudománynak a jelent vezető és nem fékező tényezőnek kell lennie. Ezt azonban akadályozzák az előítéletek. Az ideológiai újjászületés az emberek szellemi kényelmességébe ütközik, mely ragaszkodik a megszokotthoz és nem szereti az új kívánalmakat, az új utakat. A gazdasági fejlődés azonban egyenes irányban halad előre és materiális alapjánál fogva kikényszeríti az új irányt, gyakran az emberi tetszés vagy akarat ellenére.

Vaclav Kopecki elvtárs tájékoztatási miniszter

\* A csehszlovák főiskolai tudományos dolgozók első ideológiai konferenciájának eredménye alapján készült cikkből.

(Megjelent a Hutnické Listy 1952. IV. számában.)



elvi nyilatkozatában foglalkozott a burzsoá kozmopolita neveléssel, mely nemzetünkbe beleoltotta azt a nézetet, hogy a tudománynak semmi köze a hazához és nemzethez, hogy a nemzetek felett áll kozmopolita, hogy nyugaton a kapitalista nagyhatalmaknál a műveltség és a tudományos munka magasabb színvonalú. Oda kell tehát fordulni tudományunknak és onnan kell példát vennie, azt kell mintáznia. Ennek az eredménye, hogy nagyon sok tudományos dolgozónk még ma is szolgáiban hajlong a nyugati kultúra előtt, és minden jelentős felfedezést a nyugati tudománynak tulajdonít, lebecsüli a mi eredményeinket, a Szovjetunió és a keleti nemzetek eredményeit. Hasonlóképpen volt ez a külső tudományos érintkezéssel is. Szükséges erre felhívni a figyelmet és helyesen értékelni nemzetünknek a tudomány terén elért sikereit. A legnagyobb határozottsággal kell irtani a kozmopolita csökevényeket a tudományos kérdésekben. Egész művelődési rendszerünk, tantervekből, előadásokból, tudományos írásokból, tankönyvekből, műszaki-folyóiratokból ki kell irtani a meddő objektivizmus utolsó nyomait és különösen a cinikus kozmopolitizmust. Itt nagy feladat vár főiskoláink tanzsékeire, kutatóintézeteink és minisztériumaink felelős vezetőire. A kozmopolitizmus elleni állásfoglalásunk azonban nem jelenti, hogy nem ismerjük el a kultúra valódi értékeit, a nyugati nemzetek nagy embereinek igazi érdemeit. A kozmopolitizmus elleni harc nem állít bennünket szembe velük. Érdekeink teljesen azonosak az ő érdekeikkel, mert ők is velünk együtt a nyugati dekadens befolyás ellen harcolnak és harcunkban a világ haladásának és műveltségének leghatalmasabb bástyájára, a Szovjetunióra támaszkodunk.

A felszólalók sora rámutatott és elemezte, hogy a burzsoázia hogyan vezette tévútra és igyekszik a burzsoa áltudomány útvesztőire vezetni tudományunkat a tudományellenes reakciós ideológia segítségével. Azért igyekszik megtörni a tudomány haladó forradalmi erejét, hogy felhasználhassa rövidlátó haszonhajhászó céljaira. Ezzel szemben a marxizmus és leninizmus tudományos világnézete a dialektikus materializmus, szilárd alap, melyen a szocializmus építése szempontjából oly fontos természet és műszaki tudományokat tökéletesen fejleszthetjük. Az egyik fő módszer amellyel a tudományt ideológiailag tévútra vezették, annak a nézetnek terjesztése volt, hogy a tudomány, mint olyan, időnkivüli, melynek nem kell a gyakorlattal összefüggnie. Ennek az lett a következménye, hogy ezzel a hamis felfogással terhelt tudományos dolgozó munkájának tárgya nem volt kapcsolatban a valódi élet problémáival és nem tudatosította magában azt a tényt, hogy a műszaki és a természettudományok kezdettől fogva a gyakorlati élet követelményeinek és a technikai előrehaladásnak megfelelően fejlődtek, melyek az emberi társadalom fejlődésének döntő tényezői. Gondoljunk azonban a zseniális orosz tudós N. B. Lomonoszov hatalmas munkájára és eredményeire, melyeket a fizika, kémia csillagászat, geológia, földrajz, meteorológia, nyelvtudományok és történelem terén elért. Mindezeket a feladatokat gyakorlati szempontból oldotta meg, igyekezve segíteni a születő ipart s ezzel saját nemzetét. Itt látjuk a gyakorlat és elmélet kapcsolásának hatalmas jelentőségét, mely a marxizmus és leninizmus egyik alapvető tétele. Így

pl. a szovjet tudomány a gyártás katalizátorokkal történő gyorsításának tanulmányozásánál tisztázta az anyagok katalitikus hatásának elméleti alapjait, melyet a nyugati tudósok eredménytelenül kíséreltek megoldani. Ugyanígy ismerték fel, hogy a kemencében való fémolvasztás sebességére döntő hatása van a salaknak. A szovjet tudomány lényegesen tökéletesítette az olvasztás technológiáját, de gazdagította a fizikai kémiát is az eddig ismeretlen salak-ion elmélettel. A tudomány foglalkozhat saját problémáival is, megkísérelheti azok megoldását, nem felejtetheti azonban el, hogy a tudomány célja segíteni a népet, a nemzetet. Az előkelő, időfeletti tudomány mellett kiállók gyorsan eltűnnek. A tudomány minden ágában akadnak azonban különböző fékező csökevények, így pl., ahogy Bilek miniszter elvtárs mondta, rámutatva az intenzív geológiai kutatások fontosságára, ami a nyersanyagot biztosítja gyorsan növekvő kohóiparunk számára: „Fő feladatunk most ellátni a kutatást kvalifikált káderekkel, meggyőzni az idősebb szakembereket és tudományos dolgozókat is, hogy vegyenek részt a gyakorlati munkában és segítsék a fiatalabb elvtársakat, akik lelkesedéssel dolgoznak ugyan, de nincs még elég tapasztalatuk.”

Dr. M. Valouch tanár elvtárs rámutatott „a praktikizmus” kérdésére, vagyis amikor a tudományos dolgozó munkája annyira gyakorlati, hogy csak a szokásos mesterségbeli munkát végzi, jelentéktelen részfeladatokkal foglalkozik, anélkül, hogy igyekezne a probléma lényegéhez hatolni a kölcsönös összefüggéseket és törvényszerűségeket vizsgálva. Sok tudományos dolgozónk igyekezve bekapcsolódni az építő munkába, a praktikizmus hibáiba esik anélkül, hogy felfogná, hogy nem ez az a segítség, amit a gyakorlat tőlünk vár. Sokszor erre kényszerítik őket az ipar vezetői azzal is, hogy nem kifejezetten tudományos munkával foglalkoztatják őket, s ezzel mind a tudománynak, mind a gyakorlatnak ártanak. A tudományos dolgozók így csak szakértői munkát végeznek, melyet a tudósok irányítása mellett kevésbé kvalifikált erők is elvégezhetnének. Rá kell azonban mutatnunk, hogy ez a jelenség, ha nem kívánatos is, a jelenlegi helyzet mellett mégis jobb, mint az úgynevezett „tisztá tudomány”. Szükséges, hogy a tudományos dolgozók magasabb célokat tűzzenek ki, melyek lényegesen hozzájárulnak a gyártás gyorsításához és a szocializmus építéséhez. Meg kell szüntetni az azonos és külön szakmában dolgozó tudományos dolgozók elszigeteltségét is, be kell őket kapcsolni a politikai és társadalmi életbe, rá kell őket vezetni a kollektív munkára, meg kell őket tanítani, hogy kevesebb, de helyesen választott feladatot tűzzenek ki, melyre minden erejüket összpontosítsák és csak ezek megoldása után fogjanak más feladathoz. Ezeknek a hiányosságoknak az eltávolításánál jelentős a felelőssége tanzsékeinknek s kell, hogy kollektív munkával és az elvtársi és önkritika segítségével eltávolítsák a tananyagból és a tanrendszerből az ideológiai hiányosságokat és ezek következményeit.

A műszaki és természettudományok nagyon hatásosan lehetnek a gyártás segítségére, ha a tudományos dolgozók népszerűsítik őket az üzemek dolgozói között, akiktől ők viszont a laboratóriumban nehezen megszerezhető tapasztalatokat gyűjthetnek. A gyártás



vezetőinek meg kellene könnyíteni a marxista tudósok ezen fontos társadalmi tevékenységét. Sok tudósunk panaszkodik az eszközök elégtelenségére. Emellett sok műszer kihasználatlanul áll Tudatában kell lennünk, hogy népi demokratikus köztársaságunk nagy összegeket áldozott a tudományra és elvárja a tudomány hatalmas segítségét a szocializmus építésében.

Az osztályharc állandóan élesedik. Az osztályharcnak ez az élesedése a tudományban is mutatkozik. Tudatában kell azonban lennünk, hogy a tiszta marxista leninista tudományért folytatott harc nem személyi, hanem a régi burzsoa világ környezetének befolyása alatt szerzett káros nézetek és csökevények elleni harc és ebben a harcban a főmódszerünk a türelmes segítség mindazon tudományos dolgozók részére, akik becsületesen igyekeznek megszabadulni a reakciós ideológiától. Segíteniük kell ezeket az egész közösség serkentő kritikájával. Hogy tudományos dolgozóink zöme igyekszik hatásosan bekapcsolódni az építő munkába, hogy igyekszik el-sajátítani a dialektikus materializmust és ennek alapján céltudatosan ellenőrizni és irányítani minden munkáját, ez látható volt az ideológiai konferencia iránt tanúsított nagy érdeklődésből és a hozzászólásokban való részvételből, úgy hogy egyedül a műszaki és természettudományok csoportjában 40 hozzászóló volt (az előadások és hozzászólások a legközelebbi időkben külön gyűjteményben jelennek meg).

A marxizmus, leninizmus arra tanít beünket, hogy a tudomány akkor tudomány, hogy ha igazságot tanít. A tudomány alapja nem lehet a képzelődés, hanem csak a valóság, mely maga az igazság. Ezt a valóságot kell legelőször megismernünk, hogy megismerve, ahol kell megváltoztathassuk, javíthassuk. azonban nem az egyének hasznára, hanem a közösség javára.

Tudósaink példái a szovjet tudományos dolgozók. Szükséges, hogy tudományos dolgozóink megismerjék a szovjet tudomány általános jellemvonásait és a szerint igazodjanak. Ezek a következők:

1. őszinte hazafiság,
2. merész újítási kedv.
3. az elmélet és gyakorlat elválaszthatatlan kapcsolata a kommunizmus építésében a Szovjetunióban.

4. széleskörű elméleti általánosítás, mely széleskörű kísérleti alapon nyugszik.
5. Meg nem alkuvó elutasítása a burzsoa-reakció tudománytalan elképzeléseinek és a tudomány ebből következő harciassága és párt-szerűsége.
6. Széleskörű, jól szervezett gondoskodás az új tudományos káderekről.
7. Elválaszthatatlan, egyenesen létfontosságú közösség Marx, Engels, Lenin és Sztálin tanításával a tudomány minden ágában.

Hogyha tudományos dolgozóink munkájukban következetesen azokat az elveket fogják követni, mint a szovjet tudósok, tudományunk a legrövidebb időn belül azt fogja jelenteni hazánk szocialista építésében, amit a szovjet tudomány és a szovjet tudományos dolgozók jelentenek a kommunizmus építésében és az egész Szovjetunió építésében.

A tudomány új arcának vázolására és helyzetére a mai társadalomban befejezésül Ladislav Stoll tanárnak a prágai politikai főiskola rektorának szavaival élök: „Tudomány igazi fenköül értelmezésben, tudomány, mely az emberiség hatalmas fogvere a természeti erők legyőzéséért folytatott harcban, előítéleteket és elnyomó társadalmi rendszereket szétzúzó tudomány, ismeretlent megismerni akaró, önzetlen, őszinte, bátor tudomány, tudomány mint az ember legnemesebb szellemi terméke, tudomány, melyet nem lehet megvesztegetni, tudomány, mely nem veszi semmibe a legnagyobb mennyiségű aranyat vagy dollárt sem, tudomány, melynek legielsőbb fellebbezési fóruma az objektív igazság, férfias jellemű, fiatalos szívvel lelkesedő tudomány, tudomány, melynek az elmúlt korszakok mélyében gyökerező gyönyörű, hősi tradíciója van — ilyen tudomány csak egy van éppen úgy, — mint igazság is csak egy van!”

Ez a legyőzhetetlen, győzedelmes tudomány ma fegyver a szocializmus építői kezében, a munkásosztály kezében, mely a legmegbízhatóbb támasz, olyan támasz, amilyen támasza még soha a történelemben a tudománynak nem volt, mert a munkásosztály forradalmi érdeke a tudománytól abszolút igazságszeretetet és gondolkodási következetességet kíván, olyan következetességet, melyet semmilyen kizsákmányoló osztály nem engedhetett meg a legéletképesebb, a legfejldőképesebb korában sem.

## SZERZŐDÉS

A Rákosi Mátyás Műszaki Egyetem és az Országos Bányászati és Kohászati Egyesület MASZOBAL ajkai csoportja között kötött szocialista szerződés a tudományos segélynyújtásra és tapasztalatcserére.

portja között kötött szocialista szerződés a tudományos segélynyújtásra és tapasztalatcserére.

### I. Bevezetés

Ötéves tervünk hatalmas alkotásai soha nem látott lehetőségeket biztosítanak műszaki értelmiségünk számára. Ezeket a Pártunk bölcs vezetése által biztosított lehetőségeket műszaki értelmiségünk csak úgy tudja a szocializmus építésére fordítani, ha állandóan képezi magát, nem szakad el az egyetemen tanultaktól és szoros kapcsolatot tart az egyetemmel. Elsajátítja az újabb elméleti, technikai eredményeket és ugyanakkor átadja az egyetemnek az üzemi gyakorlat új eredményeit.

Alumínium iparunk egyre nagyobb méretekben fejlődik. Ennek az iparágaknak mind több és jobb műszaki szak-káderre van szüksége. A Rákosi Mátyás Műegyetem Fémkohászati Tanszéke van hivatva ezen szakkáderek képzésére. A MASZOBAL ajkai Timföldgyára és kohóüzeme az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület helyi csoportján keresztül igyekszik ehhez minden gyakorlati segítséget megadni. E cél érdekében a



## II. OMBKE ajkai csoportja vállalja

1. Az üzemi gyakorlatra beosztott egyetemi hallgatóknak a patronálását, hogy gyakorlati idejük alatt a szakmát minél jobban elsajátítsák.
2. Az utolsó éves egyetemi hallgatók részére szigorlati tervező feladatokat állít össze a timföldgyártás és alumíniumkohászat tárgyköréből és ezek kidolgozására a megengedhető segítséget megadja.
3. A technológiai eljárásban változást jelentő újításokat a tanszékkel közli.
4. Az üzemi laboratóriumban folyó kutató munkálatokról — amennyiben azok természete megengedi — a tanszékét tájékoztatja.

## III. A Rákosi Mátyás Műszaki Egyetem Fémkohászati Tanszéke vállalja, hogy

1. Az egyetemen megjelenő egyetemi jegyzetekből egy példányt utánvéttel a helyi csoportnak megküld.
2. A tanszéken folyó kísérletek és tudományos kutatások eredményeit — amennyiben azok természete megengedi — az üzemmel közli.
3. A tudományos elmélet terén minden újabb tapasztalatot és eredményt az üzemmel közli.
4. A tanszék birtokába kerülő szakkönyvek, szaklapok és dokumentációs anyagokból a helyi csoportot tájékoztatja.

5. Az üzem birtokába kerülő szakkönyvekről, szaklapokról és dokumentációs anyagról a tanszékét tájékoztatja.
6. A kísérletekhez megfelelő anyagot, érc- és gyártmánymintát ad a tanszéknek.
7. A MASZOBAL legkésőbb a tanév kezdetére megadja azon kérdéseit, melyekre a tanszéken folyó v. beállítandó kutatómunkáktól vár feleletet.
8. Az üzem lakatosműhelyében elkészítteti az egyes üzemszerek modelljeit és azt a tanszék rendelkezésére bocsátja.

Sopron, 1952. július 31-én.

Dr. Horváth Zoltán  
egyetemi docens

Lomniczy Dezső  
OMBKE Ajkai csop. titkár

## Színesfémek és ötvözeik vegyi megtámadhatóságának táblázatai

A Bronzbizottság megbízásából összeállította és írta: dr. Papp Elemér. A könyvecske 40 oldalas, 70 táblázattal s a Nehézipari Könyv- és Folyóiratkiadó Vállalat kiadása. 1952. A/0 alak, Franklin Nyomda nyomása. Ara 3,50 Ft.

Az iparnak régi kívánsága volt már oly rövid táblázatszerű, könnyen áttekinthető összeállítás, amelyben az iparilag jelentősebb fémek és ötvözeik vegyi megtámadhatóságának adatai egységesen megtalálhatók. Az iparnak ez a kívánsága a Tervhivatalon keresztül a KGM kebelében működő I. számú Bronzbizottsághoz került, amely azonnal magáévá tette a gondolatot és annak megírására és összeállítására vállalkozott. A munka megírására és összeállítására dr. Papp Elemér műszaki egyetemi magántanárt, a Fémipari Kutató Intézet osztályvezetőjét kérte fel. A könyvecske kéziratát 1951. december 10-én el is készült s a Nehézipari Könyv- és Folyóiratkiadó Vállalat azt 1000 példányban május első napjaiban ki is hozta.

A szövegrész a korrózió lényegével, a korróziós mérések módjaival, a kémiai megtámadhatóság alapfogalmival, a korrózióval, mint elektrokémiai folyamattal, a védőfelületképződéssel, a tiszta vegyi korrózióval, a korrózió időbeni növekedésével, a korróziós oldódás ütemének csökkentésével, a korrózió mérésével, a vegyi megtámadhatóság mérésével foglalkozik.

Ez a rész rövid átfogó, nyelvezetben tökéletes áttekintést nyújt azokról a fogalmakról, amiket az előzőkben felsoroltunk.

A 70 szöveggel táblázattal az iparilag jelentősebb fémek potenciáljával kezdődik, majd a réznek az oldódásával sóoldatokban, oxigéntartalmú savakban, kénsavban, foszforsavban, ecetsavban, aldehidoldatokban stb. adatait közli, különböző töménységek és hőmérsékleteknél. A rézre vonatkozó táblázatokat követik hasonló értelmű feldolgozásban a sárgaréze vonatkozó adatok, majd a vörösoztvözetekre és a bronzokra vonatkozó. Bőséges táblázati adatokat ta-

lálunk a réz-nikkelötvözetek megtámadhatóságára a legkülönbözőbb sóoldatokban, szerves és szervetlen savakban, lúgokban és különböző elektrolitekben. A rézberillium-ötvözetekre is találunk adatokat és az iparilag jelentősebb ölomötvözetekre is. Így elsősorban az ölom-antimon-ötvözetekre, amelyekre több táblázat is áll rendelkezésünkre. Korróziós táblázatokat találunk a cinklemezekre, az ón és óntvözetekre, a nemesacélokra, a platina és platinaötvözetekre stb.

Természetesen a munka bősége is lehetett volna, amire a szerző képes is lett volna és vállalkozott is volna rá. Azonban a munka teljesen a Bronzbizottság célkitűzései szerint készült, egészen rövid idő alatt s az iparilag ténylegesen jelentős ötvözetekre. Ezért a Bizottság célkitűzéseinek teljesen megfelel és reméljük, hogy az ipar is használni foghatja a könyvet. A Nehézipari Könyv- és Folyóiratkiadó Vállalat ezt az aránylag nagy munkát igénylő, mégis kis összeállításra, ezért szabott meg ilyen kis árat, hogy könnyen hozzáférhető legyen. A munkának egyébként kézirat jellege van, amit, a sajnós kimaradt előszó is leszögezett. Hibája a könyvecskének továbbá még az, hogy nincs tartalomjegyzéke, bár ezt a hiányosságot menti az a körülmény, hogy a 40 oldal átlapozgatásánál a kezelése eléggé könnyű. A tartalomjegyzék kimaradása egyébként mind a szerző, mind a lektorok hibája.

Valamennyi iparvállalatnak, amelyek vegyi megtámadásnak kitett berendezéseket gyártanak, e rövid és olcsó táblázatos könyvecske a legmelegebben ajánlható.

Jy.

Az Akadémiai Kiadónál megjelent: Kohászati és fémipari tudományos kérdések c. mű, mely a Magyar Tudományos Akadémia 1951. decemberi nagygyűlésén elhangzott beszédek és felszólalásokat tartalmazza. A kötetet táblázatok és gazdag képanyag teszik szemléltetőbbé. 400 oldal. Ara fűzve 48.— Ft.

## ALUMÍNIUM

Felölös szerkesztő: Vajk Péter. — Felölös kiadó: A Nehézipari Könyv- és Folyóiratkiadó Vállalat Vezérigazgatója  
Megjelenik: 320 pld.-ban — Szerkesztőség: V., Szalay-utca 4. Telefon: 129—699

Budapesti Szikra Nyomda, V., Honvéd-u. 10. Fel. vez.: Lengyel Lajos igazgató.



# ALUMINIUM

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET FÉMKOHÁSZATI SZAKOSZTÁLYA  
ÉS A FÉMIPARI KUTATÓ INTÉZET FOLYÓIRATA

IV. évfolyam

11. szám

## Ferroötvözetgyártásunk időszerű kérdései\*

DOBOS GYÖRGY

Современные вопросы производства ферросплавов

Problèmes actuels de la production de ferro-alliages en Hongrie.

Zeitgemässe Fragen der ungarischen Ferrolegierungsproduktion.

A vaskohászat fejlődése, különösen az ötvöztől acélok gyártása, nem valósítható meg a ferroötvözetek termelésének megfelelő kialakítása nélkül. Korszerű, rozsdamentes, sav-, hőálló, szerszám-, transzformátoracélok előállítása el sem képzelhető, csak olyan országokban, ahol a ferroötvözetek széles skáláját, jelentős mennyiségben állítják elő.

Magyarországon a felszabadulás előtt még a vasötvözetek alapvető fajtái közül is csak a ferroszilícium és ferromangán gyártásra rendezkedtek be. Jelenleg, az ötéves terv során vaskohászatunk fejlődése, amelynek legjelentősebb lépcsőit a Sztálin Vasmű és a diósgyőri nagyolvasztó képezi, kohászatunk kiépítésének egyik soronkövetkező láncszemévé az eddig gyártott alapvető vasötvözetek termelésének lényeges kibővítését, a ferrokrómgyártás megvalósítását és az ú. n. kisebb ferroötvözetek — ferrowolfram-, -molibdén-, -vanádium-, -titan stb. hazai gyártásának megindítását teszik. Annak ellenére, hogy hazánk — jelenlegi ismereteink szerint — ötvöző fémek ércei tekintetében nem mondható gazdagnak, néhány értékes ferroötvözet gyártásához szükséges alapanyagok rendelkezünk és komoly további lehetőségeink vannak az alapanyagok beszerzésének területén a baráti országokból.

A ferroötvözetek gyártásának, amint az a fentiekből is kiviláglik, igen nagy gazdasági és természetesen honvédelmi jelentősége van. Ez magyarázza meg azt a kivételesen nagy titkolódzást, ami a kapitalista országokban a kohászat ezen területén mutatkozott. Csak a felszabadulás után volt módjuk a magyar szakembereknek a baráti országokban megismerkedni a ferroötvözetek gyártásának korszerű technológiájával és a kérdésre vonatkozó szovjet hazagótló irodalommal. Az így nyert felvilágosítások és adatok, valamint a hazai nyersanyagok hasznosítására vonatkozó kísérletek eredményei képezik a jelen előadás alapját. Ezen előadás keretében a hazai vasötvözet termelés néhány elvi és elméleti kérdésével és részleteiben azon gyártási ágak technológiai problémáival óhajtók foglalkozni, amelyek ezideig hazánkban bevezetésre kerültek.

A ferroötvözetek gyártásával kapcsolatos  
nyersanyag és energia kérdések

A ferroötvözetek előállítása általában primer kohászati művelet, amelyek során természetes, vagy dúsírt és esetleg megfelelően előkészített nyersanyagokból redukáló anyag és az esetek többségében vilamos energia segítségével állítják elő a kívánt terméket. Miután azonban azokban az esetekben, amikor maga a ferroötvözet előállítása nem igényel vilamosenergiát, a redukáló szer előállítása kívánja ezt meg, a ferroötvözetek termeléséhez elsősorban megfelelő nyersanyag és energiabázisra van szükség.

Az alkalmazott ércek igen eltérő volta miatt igen nehéz ez utóbbiak általános jellemzését megadni és a velük szemben támasztott követelményeket egységesen megfogalmazni. Legtöbbször azonban elő kell írni egy minimális koncentrációt az érdekelt ötvözőanyagban, például a ferrokróm gyártáshoz szolgáló krómércben 40%  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ -at, a ferroszilícium gyártáshoz használt kvarcitban 95–96%  $\text{SiO}_2$ -t, hogy a gyártott ötvözetet gazdaságosan és az előírásoknak megfelelő töménységben lehessen előállítani. Ugyanakkor szem előtt kell tartani — esetenként különös gondal — bizonyos szennyeződések, amelyek vagy technológiai nehézségeket, vagy pedig a késztermék minőségének lényeges csökkenését vonják maguk után. Így pl. a ferroszilíciumgyártásnál a kvarcit  $\text{Al}_2\text{O}_3$  és  $\text{P}_2\text{O}_5$  tartalmára kell nagy figyelmet fordítani; különösen a metallotermikus eljárásoknál fontos, hogy a kohászati feldolgozásra kerülő nyersanyagban a fém a redukcióhoz megfelelő állapotban legyen. Szükséges ugyanis az eljárás nyugodt lebonyolításához az, hogy a redukció során sem túl sok, sem túl kevés hő ne fejlődjék. Az alumínotermikus színmangán, vagy mangánaffin gyártásnál például mind a természetes barnakövet, mind a mesterséges mangánoxidot az említett okból  $\text{Mn}_3\text{O}_4$  állapotig kell pörkölni.

A nagy mennyiségben gyártott ferroötvözetek, ferroszilícium, ferromangán, ferrokróm nyersanyagai általában elég gazdagok és előkészítésük aránylag egyszerű. A kvarcit rendszerint aprítás után közvetlenül nyer felhasználást, szükség szerint szitálják és mossák; a mangán és krómérc is általában egyszerű dústás, mosás, úsztatás után kerülnek a kohóba.

A ritkább fémek, wolfram, molibdén, vanádium ércei rendszerint igen szegények és a kohósításhoz alkalmas nyersanyag előkészítése bonyolult és esetenként változó kémiai vagy kohászati műveletek so-

\* Elhangzott a Bányászati és Kohászati Egyesület Kohászati Kongresszusán 1952. szeptember 27-én.



rozata is lehet. Gyakran a ritka fémek, mint kísérőelemek jelennek meg valamely egyéb fém érceiben és ilyen esetben komplex kohászati technológia alkalmazásával az alapkohászati folyamat megbolygatása nélkül a ritkább fémek is jó hatásokkal kitermelhetők. Közismert, hogy jelentős mennyiségű vanádiumot állítanak elő az aránylag kis vanádiumtartalmú vasércből gyártott nyersvasból. Ez utóbbit vagy savanyú bésűs Bessemer konverterben, vagy szilárd oxidáló anyag alkalmazásával oxidáló kezelésnek alávetve, vanádiumtartalma kiég és a nyers salakban levő vanádium jórésze kőssóval történő pörkölés után vízzel feltárható állapotba megy át. A nyert oldatból a vanádium könnyűszerrel kinyerhető.

Hazai bauxitjaink szintén tartalmazznak értékes vasőtűző anyagokat. Általában 2,5–3%  $\text{TiO}_2$  mellett a magyar bauxitok 0,07–0,1%  $\text{V}_2\text{O}_5$  tartalommal rendelkeznek, így tehát szorosan vett titán és vanádium érceknek nem tekinthetők. A hazánkban alkalmazott Bayer-rendszerű timföldgyártás során azonban olyan melléktermékek keletkeznek, amelyekben az értékes oxidok lényegesen feldúsulnak. A timföldgyártási melléktermékek gazdaságos feldolgozása komoly alapot jelenthet hazai ferrotitán és ferrovanádium gyártásunk részére. Ezen a területen kutatóink igen nagyszámú és értékes vizsgálatot végeztek, melynek eddigi eredményeit az alábbiakban foglalom össze:

A Bayer-rendszerű timföldgyártás során a bauxit titándioxid tartalmának nagy része a vörösiszapba kerül, döntően nátriumtitánátok formájában. A vörösiszap  $\text{TiO}_2$  tartalma gyakorlatilag 5–6% körül mozog. A titándioxid gazdaságosan a vörösiszaptól nem nyerhető ki közvetlenül, ezért titándioxidban gazdagabb és így gyakorlatilag feldolgozható nyersanyag előállítására csupán a vörösiszap vegyi, vagy kohászati úton történő lebontásával oldható meg. A vörösiszap vegyi lebontása a Fémipari Kutató Intézet eljárása szerint a nyersanyag forgókemencében történő lúgos feltárásával kezdődik. A pörk kilúgozása során a vörösiszap átlagosan kb. 20%  $\text{Al}_2\text{O}_3$  és 7%  $\text{Na}_2\text{O}$  tartalmának 60–70%-a nátriumaluminát formájában oldatba megy és visszamarad az ún. dúsított vörösiszap, pontosabban fekete iszap, amelyben a  $\text{TiO}_2$  tartalom már 9–10%-ra emelkedett. A dúsítás során a vörösiszap vasoxidtartalma is 65–70%-ra emelkedik. Ezen nyersanyagnak vasra való kohósítása esetén jóminőségű bauxitnyersvas mellett olyan salak termelhető ki, amely 20–22%  $\text{TiO}_2$  tartalommal rendelkezik.

A titándús salakból a továbbiakban a kohászat részére szolgáló titándioxidot vegyi úton, kénsavas feltárás után lehet kinyerni. Ezért a titándús salak olvasztásánál a megfelelő folyósságú salak előállítása érdekében csak a feltétlenül szükséges mennyiségű meszet szabad adagolni a kénsavfogyasztás csökkentése érdekében. Jó eredménnyel alkalmazható a jelen esetben mészhelyett a szarvaskői wehrlit.

A vörös iszap fokozatos lebontása kohászati úton is megvalósítható. Vörösiszap és wehrlit betétek kohósítása útján a Fémipari Kutató Intézet szakemberei kb. 17%  $\text{TiO}_2$  tartalmú salakokat állítottak elő. Természetesen ezek kénsavas feldolgozása lényegesen gazdaságosabb, mint az előbb említett fekete iszapé.

A Krupp–Renn eljárás is számításba jöhet, a vörösiszap feldolgozásánál, azonban a vonatkozó kísérleti adatok még igen hiányosak.

A másik értékes alapanyag, amely szintén a bauxitból nyerhető ki, a vanádium. A Bayer rendszerű timföldgyártási körfolyamat egyik szakaszán a lúg szennyeződéseit tartalmazó sókeverék válik ki, amelyet vanádiumtartalma miatt vanádiumiszapnak neveznek. Ez utóbbi már dúsítmánynak tekinthető, mivel  $\text{V}_2\text{O}_5$  tartalma gyakran 3–5%-ot is elér a bauxitban lévő kb. 0,1%-kal szemben. A vanádium kinyerése az iszaptól nem egyszerű feladat, mivel a nyersanyag összetétele tág határok között ingadozik, a bauxit összetételétől, a körfolyamatban lévő lúg minőségétől és a só leválasztás kiviteli módjától függően. Az iszapban megtaláljuk a bauxit lúgban oldódó alkatrészeit, amelyek között különösen a  $\text{P}_2\text{O}_5$  okoz nagy nehézséget, mivel nagy hajlandóságot mutat arra, hogy a kitermelt vanádiumvegyületeket szennyezze. E nehézségek ellenére kutatóink több értékes eljárást dolgoztak ki a vanádiumiszap hasznosítására és ezek közül kettő már üzemi megvalósítást is nyert. A MASZOBÁL Vegyészeti Gyárban a vanádiumiszapot frakcionált kristályosítással dúsítják. A dúsítmányból készített oldatot a nehézfémek leválasztása végett közömbösítik, majd meszes kezeléssel foszfortalanítják, a tiszta oldatból a vanádiumpentoxidot, pontosabban nátriumpolivanadátot savanyú közegben történő forralással választják le. A magyaróvári timföldgyárban a vanádiumiszaptól készített oldatot kausztifikálják a nátron visszanyerése érdekében. A meszes csapadékot savval kezelik, a kapott oldatból a nehézfémeket és a foszfor jórésztét lúggal leválasztják. A vanádiumtartalmú oldatot annak foszfortartalma szerint kétféle módon dolgozzák fel tovább. A kis foszfortartalmú oldatokból a vanádiumvegyületet közvetlen savazással kicsapják, a nagy foszfortartalmú oldatokból először ammóniumvanadátot választanak le, ebből nátriumvanadát oldatot készítenek és ez utóbbira alkalmazzák a savas kezelést. Az eddigi gyakorlat azt mutatja, hogy a vanádium vegyületek készítésének utolsó fázisa mindig nátriumpolivanadát előállítása kell hogy legyen, mert csupán ilyen módon állítható elő a továbbiakban a kohászat részére szükséges ömlesztett vanádiumpentoxid.

A ferroötűvözetek előállításánál redukáló szerként általában kokszt és fémes anyagokat, ferroszilíciumot és alumíniumot használnak. A koksszal szemben támasztott igények darabméret és mechanikai szilárdság szempontjából kisebbek, mint azok, amelyeket a nagyolvasztóban használatos anyaggal szemben támasztanak. Ennek az a magyarázata, hogy a ferroötűvözetgyártó kemencékben az anyagnak nem kell olyan magas réteg nyomását felvenni, mint a nagyolvasztóban. Petrokokszt és faszenet csak technológiai feltétlenül szükséges esetekben — mint pl. a fémszilícium előállításánál — alkalmaznak.

A ferroötűvözetek metallotermikus előállításánál nagy szilíciumtartalmú 75–90%-os ferroszilíciumot és alumíniumot használnak. Az alumíniumkohók úgynevezett vasas fémek a ferroötűvözetek gyártásához teljesen megfelel. Az alumínium felhasználást célszerű lehetőség szerint csökkenteni és a metallotermikus re-



dukció zavartalan lefolyásához szükséges minimális mennyiségre szorítani.

A ferroötvözetek előállítása igen jelentős elektromos energiámennyiségeket igényel. A vasötvözet kemencék teljesítményének meghatározására a Szovjetunióban a következő képletet alkalmazzák:

$$X = \frac{24 \cdot K \cdot P \cdot \cos \varphi}{A}$$

ahol  $X$  a kemence napi teljesítménye tonnában,  $P$  a kemencetranszformátor névleges teljesítménye kVA-ban,  $A$  a vasötvözet 1 tonnájára eső elektromos energiafogyasztás kWó-ban,  $K$  értéke pedig függ a kemence működése alatti tényleges teljesítmény kihasználási foktól, a kemence napi üzemidejétől, valamint a kemencetranszformátorra alkalmazott primer feszültség esetleges ingadozásaitól. A szovjet gyárak tapasztalatai szerint kellő üzemi vívíteli viszonyok mellett  $K$  értéke kb. 0,9-re vehető. A fenti összefüggés szerint tonnánként 5000 kWó energia fogyasztással számolva, napi 20 tonna 45%-os ferroszilícium előállításához 0,9-es  $\cos \varphi$  érték feltételezésével, kb. 5300 kVA elektromos teljesítmény szükséges.

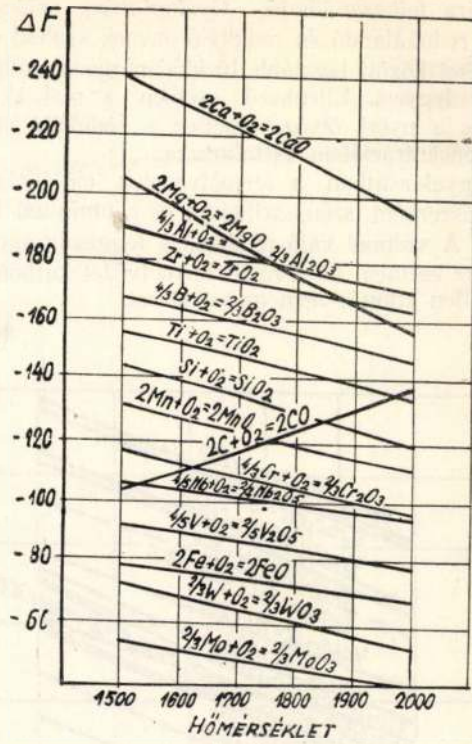
A ferroötvözeteket előállító gyárakat tehát célszerű gazdaságosan termelő energia fejlesztők közelébe telepíteni, mivel a jelentős energiámennyiségek szállítása elkerülhetetlenül veszteségeket jelent. A nagy mennyiségben termelt ötvözetek, ferroszilícium, ferromangán, ferrokróm termelésével foglalkozó üzemek telepítésénél figyelemmel kell lenni a nyersanyag források, valamint a fellelvő piac elhelyezésére is. A ritka elemekből gyártott ferroötvözeteket előállító üzemeket a fogyasztóktól és a nyersanyagforrásoktól függetlenül lehet telepíteni a számításba jövő szállítások kis térfogata miatt. Technológiai hasonlóságok miatt a ritkább fémekből gyártott ferroötvözetek termelésére közös üzemet célszerű létesíteni.

A ferroötvözet gyártásához szükséges energia problémák tárgyalásánál meg kell jegyezni, hogy pl. az ugyancsak igen energia igényes alumínium kohászattal szemben a vasötvözetek előállításának technológiája áramszünetekre általában nem érzékeny. Ilyen módon helyes üzemvezetés és méretezés esetén a ferroötvözetek gyártásának felfejlesztése villamos erőműveink kihasználási fokának jelentős javulását eredményezheti.

#### A ferroötvözetek előállításának néhány elméleti kérdése

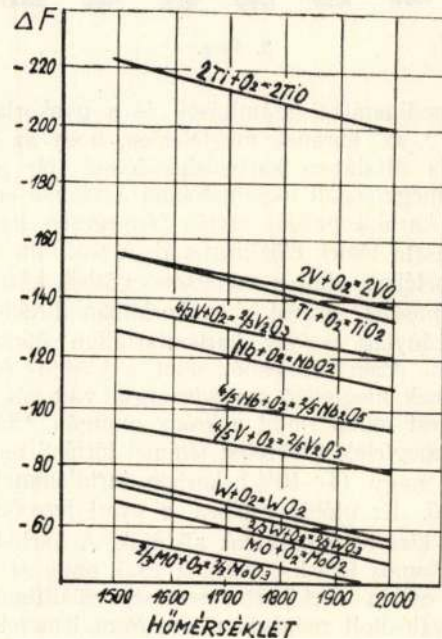
Mint általában a kohászatban, a ferroötvözet gyártásánál is a jelenségek termodinamikai vizsgálata nem egyszerű feladat. A salak és fém között határfelületen lefolyó tulajdonképpeni reakció mellett figyelemmel kell lenni a salakban lefolyó jelenségekre és a fémes fázisban jelentkező fémes vegyületek képződésére is. A szükséges adatok ezen különböző jelenségek vizsgálatára nem minden esetben állnak rendelkezésre.

A ferroötvözetek előállítása különböző fémoxidok redukciója útján történik, a különböző alkalmazott eljárások elméleti alapja tehát a fémoxidok stabilitásának vizsgálata. Az oxidok stabilitására az elemekből való képződésüknél fellépő szabad energiaváltozásból következtethetünk. Stabilitásukat a  $\Delta F$  érték jellemzi. (1. ábra.)



1. ábra.

Az 1. ábra a különböző oxidok képződésének szabad energiáit ábrázolja a hőmérséklet függvényében, egy molekula oxigénre viszonyítva. Az ábrán szereplő oxidok közül MoO<sub>3</sub> és WO<sub>3</sub> a legkönnyebben, a CaO pedig a legnehezebben redukálható. Több vegyértékű fémmel gyakorlatilag az alacsonyabb oxidok stabilitásának van nagyobb jelentősége, mivel Ostwald ismert szabályának megfelelően a redukció lépcsőzetesen megy végbe. Általában az alacsonyabb oxidok nehezebben redukálhatók. (2. ábra.)



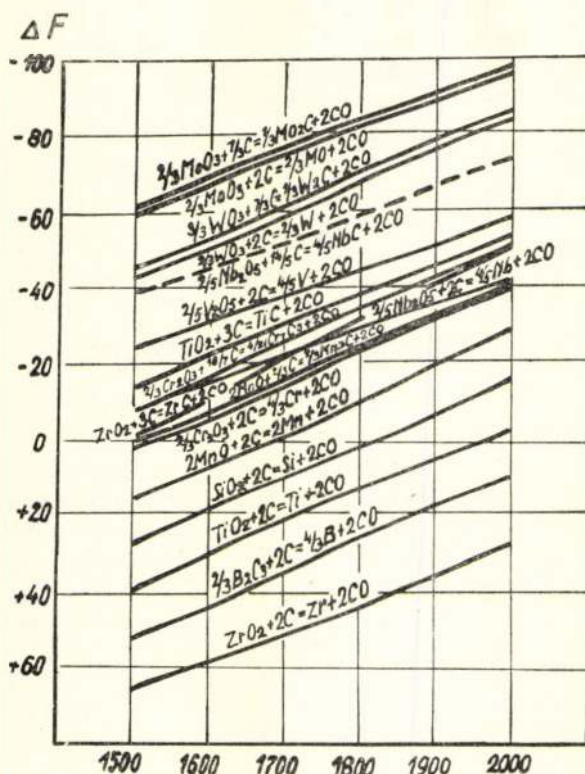
2. ábra.

Elméletileg minden elem, amelynek oxidja valamely másik elem oxidjánál stabilabb, ez utóbbi re-



dukciójára felhasználható. Gyakorlatilag szükséges, hogy a redukálódó és redukáló elemek szabad energia értékei között legalább 10 kkal nagyságrendű különbség legyen. Ellenkező esetben a reakció nem teljes és a nyert ötvözet esetleg a redukáló elemet nagy koncentrációban tartalmazza.

A gyakorlatban a ferroötvözetek előállításához redukálószerként szén, szilícium és alumínium használatos. A szénrel való redukció a leggazdaságosabb abban az esetben, ha a nyert ferroötvözet karbon tartalma ellen kifogás nem merülhet fel.

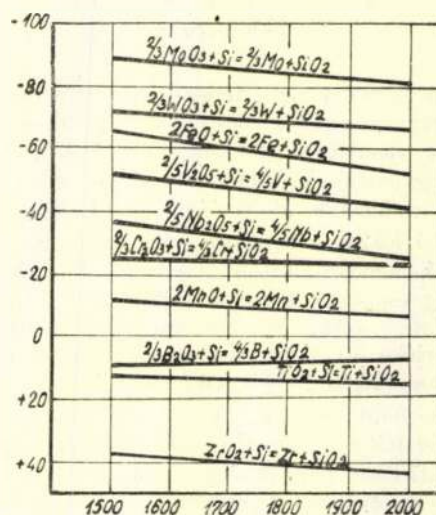


3. ábra.

Termodinamikai számítások és a gyakorlat mutatják a 3. sz. ábrának megfelelően, hogy az oxidok redukciója általában karbidképződéssel jár együtt, mivel a megvizsgált folyamatoknál a szabad energia-változás karbidképződés esetén lényegesen nagyobb, mint a tiszta fémek előállításánál. A wolfram és molibdén esetében, ahol a vonatkozó görbék közel vannak egymáshoz, sikerül a gyakorlatban direkt-redukcióval aránylag csekély karbon-tartalmú ötvözeteket előállítani. Azon elemeknél, ahol a karbid- és fémképződésnek megfelelő szabadenergia változás lényegesen eltérést mutat, mint a króm, mangán, titán esetében, a megfelelő ötvözetek fémmel történő redukcióval csak nagy (4–10%) karbon-tartalommal állíthatók elő. Ez utóbbi esetben a nyert ferroötvözet csaknem kizárólag karbidok alkotják. A karbidképződésre hajlamos fémek ötvözeit csak nagy szilícium-tartalom esetén lehet karbidmentesen előállítani, szénrel megvalósított redukció útján. Mint ismeretes, ezt a körülményt az magyarázza, hogy általában a fémek vegyrokonsága nagyobb a szilíciumhoz, mint a karbonhoz. E megfontolások magyarázzák azokat az eljárásokat, amelyeket a gyakorlatban a szénszegény

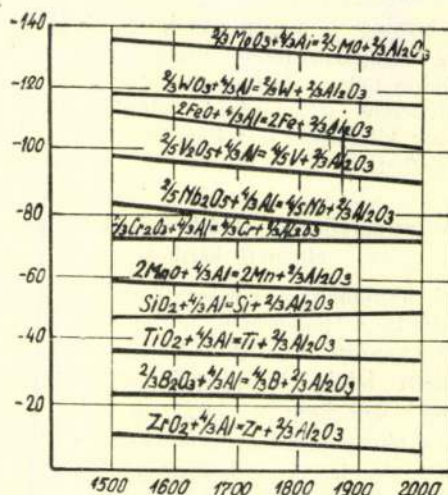
ferromangán, ferrokróm, valamint az alumíniumötvözetek elektrotermikus előállításánál alkalmaznak.

Az oxidok szénrel történő redukciója hőelnyeléssel jár, ami a gyakorlatban megfelelő külső hőforrás alkalmazását teszi szükségessé.



4. ábra.

A 4. ábra mutatja, hogy az oxidok jórésze MnO-tól kezdődően szilíciummal fémes állapotig redukálható. Azonban csak a molibdén oxidjainak redukciójával szabadul fel annyi hő, hogy az eljárás külső hőforrás igénybevétele nélkül lebonyolítható legyen. Az 5. ábra szerint a ferroötvözetek aluminotermikus előállítására általában külső hőforrás igénybevétele nélkül valószínűsíthető meg. Mind az aluminotermia, mint a szilikotermia általában mész jelenlétében előnyösebben végezhető. A fémkihozatal javul egyrészt a redukálódó oxid aktivitásának növelése révén, másrészt a szilikát, illetve alumínát képződés hőhatása miatt.



5. ábra.

Meg kell jegyezni, hogy metallotermikus eljárást külső hőforrás igénybevétele nélkül csak Zsemcsuszinov feltételének megfelelően lehet alkalmazni. Ez utóbbi szerint szükséges, hogy a folyamatok önhőhatásának ( $-\Delta H$ ) és a részt vevő anyagok súlyának ( $\Sigma$ ) hányadosa nagyobb legyen, mint 550 cal/kg.



### A vasötvözetek gyártásánál alkalmazott kemencetípusok néhány elektromos jellemzője

A ferroötvözetek gyártásához egy- vagy háromfázisú elektromos kemencéket alkalmaznak. Az egyfázisú kemencék teljesítménye 500–3000 kVA. Affinált ferrokrom, ferromangán, ferrowolfram gyártásához használatosak. Ugyanezekre a célokra hasonló teljesítményű háromfázisú berendezések is alkalmasak. Nagyteljesítményű 300–15000 kVA teljesítményű kemencék szolgálnak a ferroszilikium, ferromangán, szilikomangán, ferrokrom karbúré gyártáshoz. Az érc-termikus villamos kemencék teljesítményét ritkán növelik 10000 kVA fölé, elsősorban a betét egyenletes adagolásánál jelentkező fokozott nehézségek miatt. A finomított és ritka ötvözetek gyártásához használt kemencék teljesítményét termelési és technológiai szempontok szabják meg. A villamos teljesítményeken kívül az érctermikus kemencéket a fajlagos felületi teljesítmény kVA/m<sup>2</sup> is jellemzi. Ez az érték normálteljesítményű kemencéknél 400–500 kVA/m<sup>2</sup> érték körül szokott lenni. Az alkalmazott szekunder feszültség igen széles határok, 88 és 300 Volt körül ingadozik. Elektrotechnikai szempontból kívánatos minél nagyobb feszültségek használata, mivel így intenzitás növekedés nélkül megvalósítható a kemence hasznos villamosteljesítményének növelése. Ezzel egyidőben azonban csökken a kemence termikus hatásfoka és így minden technológiai folyamatnál megtalálható egy adott transzformátor teljesítményéhez tartozó optimális szekunder feszültség.

A gyakorlatban elfogadott adagolási és gépesítési viszonyok mellett Mikulinszkij szerint a feszültség és a transzformátor teljesítménye közötti összefüggést a következő egyenlettel lehet kifejezni:

$$U = 7,75 \sqrt{P}$$

ahol  $U$  a feszültség Voltokban és  $P$  a transzformátor teljesítmény kVA-ban.

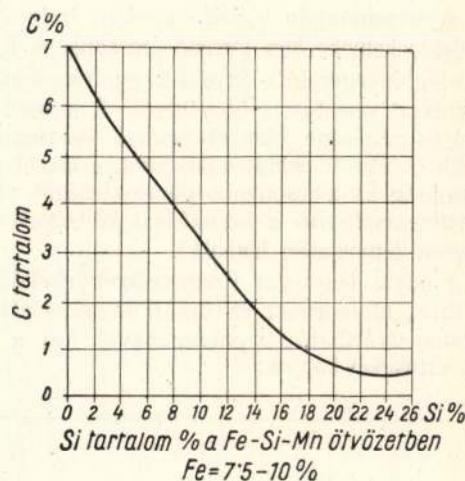
A továbbiakban néhány Magyarországon eddig egyáltalán nem gyártott, vagy kísérleti megvalósítás stádiumában lévő ferroötvözet gyártását óhajtom röviden összefoglalni.

Általános vélemény, hogy mangán jelenléte nélkül jöminőségű acélt előállítani nem lehet. Az acélnyersvas 2–3% Mn-tartalmának biztosítására szolgáló mangántartalmú nyersanyagokkal szemben nem lépnek fel különösebb igények. A dezoxidálásra vagy ötvözésre szolgáló ferromangán előállításához azonban olyan érc szükséges, amelyben  $Mn/Fe > 3,5$ . Az úrkúti mangánérc nyers állapotban ennek a feltételnek nem felel meg, de kb. 35% súlykihozattal 36–44% Mn és 8–20% Fe-tartalomra feldúsítható. Az így nyert dúsítványból már 70–75% Mn-tartalmú ferroötvözet állítható elő. — Magyarország tehát Úrkúton jelentős mennyiségű olyan ércel rendelkezik, amely megfelelő előkészítés után jó minőségű ferromangán előállítására alkalmas. Ilyen módon a vas-kohászati iparunk elé tűzött hatalmas feladatok indokoltá teszik a hazai ferromangán gyártás mielőbbi megindítását.

A mangánt a vashoz hasonlóan leginkább oxid vegyületeiből állítják elő. A magasabb oxidok a  $MnO_2$ ,  $Mn_2O_3$  könnyen, már közepes hőfoknál disszociálnak

$Mn_2O_3$ -re. Ez viszont gyenge stabilitása miatt a  $CO/CO_2$  gázkeverékben egészen kis  $CO$  koncentrációnál is redukálódik  $MnO$ -vá. Az  $MnO$  indirekt úton csak  $CO_2$ -től teljesen mentes gázban redukálódik. Gyakorlatilag tehát a  $MnO$ -ból fémmangánt sem  $CO$ , sem  $H$ -gázzal előállítani nem lehet. Az  $MnO$  redukciója csak direkt úton megy végbe és pedig kb. 1200–1300 fokon a redukciónál elsősorban mangánkarbid képződik. Fe jelenléte kedvezően befolyásolja a folyamatot, mert ilyenkor a képződő karbid azonnal oldódik a vasban. A ferromangán gyártásánál a mangán és mangánvegyületek fizikai tulajdonságai miatt elgőzölgési veszteségek lépnek fel.

Az ércben jelenlévő összes Mn-t metallurgiai úton soha nem sikerül teljes egészében fémmé redukálni, mert a salak összetételétől és a hőfoktól függően, mindenkor oldatban tart bizonyos mennyiségű  $MnO$ -t. Bázikus salakokban a mangánoxid redukciójának hatásfoka javul. Azonban a salak bázicitását nem célszerű 1,5–2  $CaO/SiO_2$  összetételen túl növelni, mivel a salak mennyisége egyrészt igen lényegesen megnövekedik, másrészt olvadáspontjának emelkedése miatt a párolgási veszteségek igen jelentékenyvé válnak.



6. ábra.

A Mn metallurgiájához tartozik, hogy a Mn-karbid ( $MnC$ ) nem frissíthető úgy, mint a  $Fe_3C$ . C-tartalmú ferromangánból ércfrissítéssel C-szegény ferromangánt előállítani gyakorlatilag még nem sikerült. A ferromangán dekarbonizálása jelenlegi ismereteink szerint csak szilikomangánon keresztül lehetséges. A Si megbontja a mangánkarbidot és a jelenlévő fölös C mennyiség grafit alakjában kiválik. Minél több az ötvözet Si-tartalma, annál kevesebb C-t tud oldatban tartani (6. ábra). Pl. 22% Si és 70% Mn-tartalmú ötvözet már 1%-nál több C-t nem tartalmazhat.

A ferromangán affiné és suraffiné gyártásához tehát először ferroszilikiumot, vagy szilikomangánt kell előállítani.

A Mn-ötvözetek előállítására gyakorlatilag az alábbi eljárásokat használják.

- közönséges nagyolvasztó
- oxigénes nagyolvasztó
- elektromos alacsonyaknás kohó



- d) szilikotermikus eljárás  
e) aluminotermikus eljárás.

- a) Közönséges nagyolvasztóban a ferromangángyártás 900–1000° C hőfokú levegővel, jó mangán kihozattal vihető keresztül. A Mn-kihozatal elérheti a 90%-ot. A koksze felhasználás 2000–2400 kg/t FeMn. Fontos, hogy a kokszt kevés hamut tartalmazzon, mert a kokszzhamu lényegesen növeli a salakmennyiséget, ami nemcsak nagyobb koksze felhasználásra, hanem rosszabb Mn-kihozatalra is vezet. Hazai gyártásunknál 70–75%-os Mn kihozatal mellett 2500 kg külföldi kohókokszzsal termelték a FeMn-t tonnánként, a nagy hamutartalmú pécsi kokszt esetében viszont a Mn-kihozatal csak 65% volt és a koksze felhasználás 2650 kg-ra emelkedett.
- b) Oxigéndúsításnál 30% oxigéntartalmú 700°-ra előmelegített levegővel külföldi kísérletek szerint a koksze felhasználás 2200 kg-ról 1700 kg-ra csökkenthető, mert oxigéndúsításnál lényegesen nagyobb hőfokot lehet a nagyolvasztó kemencéjében biztosítani. 38–40% oxigéntartalmú levegő esetén már nincs is szükség levegő előmelegítésre. Ilyen oxigéndúsításnál valószínűleg szilikomangán is gyártható a nagyolvasztóban.

A ferromangán gyártás modern technológiája az elektrokemencében történő érc redukció. Ezen eljárás leglényegesebb előnyei a nagyolvasztóban való gyártással szemben a következők: A termelt ferromangán minősége jobb, elsősorban foszfortartalma kisebb. A Mn-kihozatal előnyösebb a kisebb salakmennyiség és alacsonyabb porvesztések miatt. A kokszygyasztás és a beruházási költségek természetesen lényegesen kisebbek.

- c) Ha a hazai tényleges üzemeredményeket összehasonlítjuk, ugyanebből az úrkúti ércből elektromos kohóban gyártható ferromangánéval, úgy a következő értékeket kapjuk:

- d) Ki kell emelni, hogy nagyolvasztóban, vagy elektromos kohóban csak 5–7% C-tartalmú ú. n. FeMn-karbüré gyártható. C-szegény FeMn, vagyis Mn-affin gyártásához ferroszilíciumra, vagy szilikomangánra van szükség. Ez nagyolvasztóban normális feltételek mellett nem gyártható. A szilikomangángyártáshoz kizárólag elektrokemencéket használnak, mely lehet alacsony aknás kohó, vagy ferroötvözet gyártó kemence. Alapanyagul rendszerint ugyanolyan érc szolgál, mint a FeMn-hoz, de az ércet kvarchozzáadagolással SiO<sub>2</sub>-ben dúsítani kell. Sok helyen különleges úton termelt Mn-dús salakot használnak a szilikomangán alapanyagul. A Mn-kihozatal általában 80–85%, az áramfelhasználás 6–7000 kWóra/to szilikomangán. Szokták a szilikomangánt nagyolvasztóban gyártott FeMn karbüréből is előállítani, amikor a szükséges Si-mennyiséget kvarcból redukálják a fémbe. A gyártást ferroötvözetgyártó kemencében végzik. Az elegy ferromangánból, kvarcból és kokszból áll. Az áramfogyasztás 4000 kWó/to.

A szilikomangán szokásos összetétele:

Mn	64 — 65 %
Si	20 — 22 %
C	0,5 — 1,5 %

A Mn-affin ötvöző elemül szolgál ott, ahol a karbüré már nem használható. Összetétele a következő:

C	0,1 — 1 %
Si	9,5 — 1 %
P	0,2 %
S max	0,02 %
Mn	50 — 80 %

Gyártása szilikotermikus úton történhetik. A Mn-ércet ferroszilíciummal redukálják. A Mn-redukció azonban nem tökéletes és a FeSi is drága, ezért inkább szilikomangánt használnak

	Nagyolvasztó			Elektromos kohó
	külföldi kokszzsal	pécsi kokszzsal	oxigén.	
Mn-kihozatal %	75	65	80	80
Ércszükséglet kg/to	2460	2640	2380	2380
Mésszke „	550	820	500	410
Salakmennyiség „	900	1250	850	700
Koksze felhasznál. „	2300	2650	2000	600 apró kokszt
elekt. áram Kwó/to	300	300	300 + oxigén	4300
Elektróda kg/to	—	—	—	40
Anyagköltség áram nélkül Ft.	1789	2009	—	970

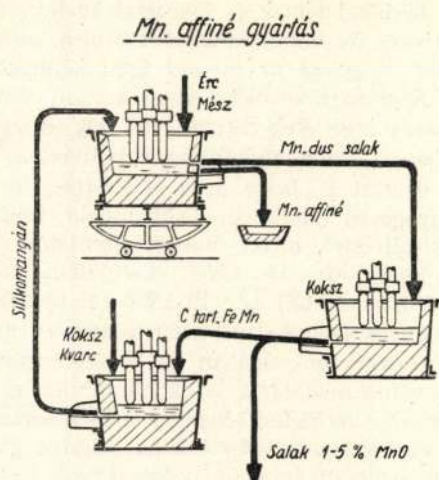
Fentiek alapján még 20,5 fillér kilowattóra árral is számolva, az elektromos kohósítás előnyösebb a nagy olvasztóban történő ferromangán gyártásnál.

Évi FeMn szükségletünk max. évi 10–12 000 to-ra fog felfejlődni, de ha exportra is gondolunk, évi 20 000 to FeMn gyártásra lehetne berendezkedni. Ehhez 1 darab 12–15 000 kVA teljesítményű kohó volna szükséges, ami egyenértékű egy 450 m<sup>3</sup> es nagyolvasztóval, beruházási költsége viszont kb. csak fele a nagyolvasztónak. Elektromos kohóban más ötvözet, pl. szilikomangán, ferrokrom is gyártható.

redukáló anyagul. A képződő salak így is Mn-dús, de felhasználható szilikomangángyártásra és így az öszmangánkihozatal jobb, mint tiszta ferroszilícium redukció esetében. Ezzel az eljárással elő lehet állítani 95% Mn, 0,08–1% C, 1–1,5% Si-tartalmú suraffiné fémeket is. Ebben az esetben kiinduló anyagul a Mn-érből a vas ki-redukálása után visszamaradó Mn-színport használják és ezt a színport 98% FeSi-al redukálják. A szilikotermikus reakció közönséges acélgyártó elektrokemencében történik. A Mn-affin és suraffiné gyártásának menetét a 7. ábra mutatja. Az elektromos áramszükséglet 1–2% C tartalmú



affinénál 11 300—12 200 kWó/t Mn, a suraffinénál 13—14 000 kWó/to Mn.



7. ábra.

A szilikotermikus reakció közönséges acélgyártó elektrokemencében történik. A Mn-affiné és suraffiné gyártásának menetét a 7. ábra mutatja. Az elektromos áramszükséglet 1—2% C tartalmú affinénál 11 300—12 200 kWó/t Mn, a suraffinénál 13—14 000 kWó/to Mn.

e) C-mentes Mn-fém előállítására aluminotermikus eljárást vagy elektrolízist lehet alkalmazni. Ez a Mn a fémkohászatban használatos, mint ötvöző elem, ezért vasat nem szabad tartalmaznia. Az aluminotermikus Mn átlagos összetétele:

Mn	95 — 98 %
Si	0,8 — 1,5 %
P	0,05 — 0,4 %
S	0,02 — 0,2 %
Fe	0,8 — 2 %
Al	0,5 — 1 %

Az aluminotermikus eljárásnál megfelelő salakvezetéssel a fém Si-tartalma 2% alatt is tartható még akkor is, ha az ércben 5—8% SiO<sub>2</sub> van. Általában kiinduló anyagul csak igen tiszta mangán-oxidot szoktak alkalmazni. Az aluminotermia természetesen alkalmazható a különböző mangán-ötvözetek előállítására.

A ferromangánon és a ferroszilíciumon kívül a *ferrokrom* tartozik még az alapvető nagy mennyiségben gyártott vasötvözet fajtákhoz. Színkrómot az erősen ötvözött és kis karbonattartalmú acélok gyártásához használnak. Ugyancsak színkróm nyer alkalmazást ellenállásanyagok és különleges nikkeltótvözetek előállításához. Általában az ötvözött acélok gyártásához ferrokromot használnak az előírt széntartalomnak megfelelően karbure, affiné, vagy suraffiné minőségben.

A ferrokrom előállítása szempontjából a króm- és vegyületeinek a következő tulajdonságai a legfontosabbak. A szénrel a króm különböző karbidokat alkot. Ismerünk több vaskróm kettős karbidot. A szilíciummal a króm szintén egy sor szilicidet alkot. Ezek állandóbb vegyületek, mint a megfelelő karbidok. A krómoxid redukciója szénrel iparilag használható sebességgel 1400—1500 fokon meg végbe.

Ezen a hőmérsékleten a redukció terméke elsősorban krómkarbid. Színkróm előállítására ez a reakció nem alkalmas, mivel a krómkarbid finomítása vas távollétében gyakorlatilag nem vihető keresztül. A tiszta krómot iparilag aluminotermiával állítják elő.

Az iparilag előállított ferrokrom krómtartalma kb. 65%. A széntartalom 0,05—10%-ig változik minőségek szerint. Természetesen a széntartalom csökkentésével együtt nőnek az előállítás nehézségei és költségei. 60% krómtartalom eléréséhez szükséges, hogy a kemencébe adagolt krómérc Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> tartalma 40%-ot elérjen és hogy az ércben a krómoxid-vas-oxid arány legalább 2:5 legyen.

Gyártástechnológiai és az ipari felhasználás szempontjából háromféle ötvözettypust különböztetünk meg:

1. ferrokrom karbure 9—10% C tartalommal,
2. ferrokrom affiné 0,5—2% C tartalommal,
3. ferrokrom suraffiné 0,05—0,5% C tartalommal.

Meg kell jegyezni, hogy ferrokrom karbure nagy-olvasztóban is gyártható. Azonban 6% C mellett a nyert vasötvözet csak 30—40% Cr-tartalmú. Gyakorlatilag ma a ferrokromgyártás elektrottermikus eljárása terjedt el. A krómt szénrel történő redukciója során elektromos kemencében az érc vas- és krómtartalma és a szilícium egy része a vasötvözetbe kerül, míg a kovasav le nem redukált részei és a többi oxidok képezik a salakot. A redukció körülményeitől függően a nyert ötvözet több-kevesebb karbont tartalmaz. Az igen karbonszegény minőségek gyártásához különleges eljárásokat alkalmaznak.

A *normál ferrokrom gyártásnál* feles mennyiségű redukáló szert használnak. A feladott érc súlya kb. 10%-ának megfelelő mennyiségű meszet adagolnak. Ilyen módon a krómkihasználás javul és a termelt ötvözet Si-tartalma csökken. A salak gyakorlatilag vasmentes és Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> tartalma 1% alá csökkenthető. Bázikus salak mellett a nyersanyagok kénartalma nem zavar, viszont foszfortartalmuk jórésze az ötvözetbe kerül. A Szovjetunióban ezeket az ötvözeteket 7—8000 kVA teljesítményű kemencékben 140 V feszültség mellett gyártják.

A normál ferrokrom előállításához célszerűen fel lehet használni a szénszegény ötvözetek termelésénél keletkező krómban gazdag salakot. Ugyanis, ha direkt redukció útján kb. 5%-nál kisebb széntartalmú ötvözetet állítanak elő, a gyakorlatilag vasmentes salak ebben az esetben elérhet 25%-ot. Ezen anyag felhasználása a normál ferrokrom gyártásánál igen előnyös összkromkihozatalhoz vezet és nagy krómtartalmú ötvözetek gyártását teszi lehetővé.

Direkt redukció révén, elégtelen mennyiségű redukálószer (kb. 70%) adagolásával 2—4% C tartalmú ötvözet nyerhető. Azonban a fenti króm veszteségeken felül jelentős finomítási periódusra van szükség, ami az energiafogyasztás emelkedéséhez vezet. Ebben az esetben természetesen szénadagolás felesleges. Meg kell jegyezni, hogy mivel a vasoxid redukciója a krómoxidénál lényegesen gyorsabb, a szénszegény ötvözetben a króm—vas arány kisebb lesz, mint az előállításra felhasznált ércben. Célszerű ezen ötvözetfajta gyártásánál szénmentes kemencébélést alkalmazni.



A *ferrokróm affiné* előállítása kb. 1% széntartalomig az előbbihez hasonló alapelv szerint történhet, azonban a finomítási periódus 4–5 órával meghosszabbodhat. Mivel a szénmentesítés a fémfürdő felszínén történik, széles, aránylag kevésbé mély, acélkemence típusú berendezés és hosszú ív alkalmazása célszerű. Az 1% C-tartalom alatti ötvözetek előállítására a *ferrokróm suraffiné* minőség termeléséhez a következőkben ismertetett eljárások gazdaságosabbak.

A ferrokróm suraffiné gyártása külső fűtés alkalmazásával történhet szilikotermiával. Az alkalmazott ferroszilícium minősége a gyártandó ötvözet krómtartalmával szemben támasztott kívánalmaktól függ. 50–75, sőt 90% Si-tartalmú ferroszilíciumot is alkalmaznak. A képződő kovasavat mésszel salakosítják el. Célszerű a kromitot feleslegben adagolni, hogy a ferroötvözet ne tartalmazzon túl sok szilíciumot. Nagy krómtartalmú ötvözetek előállításához 75–90%-os ferroszilíciumot kell alkalmazni, ami az eljárást igen megdrágítja. Ezen hátrányt úgy lehet kiküszöbölni, hogy a kromitot első lépcsőben szénnel vastalanítják elektromos kemencében, majd második lépcsőben 45%-os ferroszilíciummal redukálják. Ilyen módon 70% feletti Cr-tartalom érhető el, 0,05% C mellett.

A ferrokróm suraffiné előállításának legelterjedtebb módja azonban a szilikokrómos eljárás. Első lépcsőben szilikokrómot gyártanak, a második lépcsőben az ötvözet szilíciumát oxidálva nyerik a ferrokrómot.

A szilikokróm széntartalma az ötvözet szilícium gazdagságával rohamosan csökken. 20% Si mellett az ötvözet pl. kb. 2,5% C-t, 45% Si-nál már csak kb. 0,05% C-t tartalmaz. A gyakorlatban a ferrokróm suraffiné gyártásához 40–60% Si koncentrációjú ötvözeteket alkalmaznak. Ez utóbbiak gyártása kromit, vagy nagy krómtartalmú salakok redukciója útján kvarc jelenlétében történik. A szilikokróm szilícium mentesítése kromit és mészből álló salakokkal két ütemben hajtható végre. Először nem teljes finomítást hajtanak végre igen jó krómkihozattal, majd a finomítást második, feleslegben adagolt eleggyel teljessé teszik. A második műveletnél lehúzott salakot a következő adag első kezeléséhez lehet felhasználni.

A kisebb mennyiségben gyártott ötvözetek előállításának technológiáját két csoportban fogom vázolni. Először az elektrokemencében gyártott ferroszilikóaluminium és annak kapcsán a kalcium-szilícium, majd pedig a ritkább elemek, döntően metallotermikus eljárásokkal előállított ötvözeteivel fogok foglalkozni.

Amint ismeretes az alumínium elektrotermikus kivonása érceiből igen nagy nehézségekbe ütközik az alumíniumoxid nehezen redukálható volta és a fém nagy karbidképződési hajlama miatt. A timföld redukciója lényegesen könnyebbé válik, ha a művelet az alumíniumot oldó fémek, vas, szilícium, vagy réz jelenlétében játszódik le. Legmegfelelőbb az adott célra a szilícium, amely az alumíniummal korlátlanul oldódva a karbidképződést megakadályozza. A nyert *szilikoaluminium*, esetleg *ferroszilikóaluminium* előnyösen alkalmazható a fémkohászatban és különböző vaskohászati célokra a szinaluminium helyettesítésére. A szilikoaluminium energikus dezoxidáló, amellyel,

mivel hígfolyós salak képződését eredményezi, csökkenti az acélban lévő nem-fémes zárványok mennyiségét. A szilikoaluminium, mint redukáló szer, alkalmazásra kerülhet fémek és ötvözetek metallotermikus előállításánál. Az alumíniummal szemben, mint előny jelentkezik, hogy ez az ötvözet igen könnyen darabolható. A dorogi karbidgyárban néhány évvel ezelőtt sikeres kísérletek folytak 400 kW-os egyfázisú kemencében a szilikoaluminium előállítására. Beigazolódott ezúttal is, hogy ezen ötvözetben az alumínium lényegesen olcsóbban állítható elő, mint tűzfolyós elektrolízissel, mivel ötvözött formában az alumínium kg-ja kb. 13 kWó energiaszükséglettel állítható elő a normál 17–19 kWó-val szemben. Lényeges előnyök jelentkeznek ezen túlmenően az alkalmazott nyersanyagok árában és beszerezhetőségénél. Célszerű volna mielőbb a szilikoaluminium gyártását és alkalmazási területeit lényegesen kiszélesíteni. Hasonlóan vaskohászati felhasználás céljaira gyengébb minőségű nyersanyagokból indokolt volna a ferroszilikóaluminium előállítása.

A szóbanforgó ötvözetek előállításához nyersanyagként kaolint vagy gyengeminőségű bauxitfeleléseket, esetleg timföldet vagy kvarcot, redukálószerként pedig kokszot és faszenet használnak. A technológia nagy szilíciumtartalmú ferroszilíciumok előállításához hasonló.

A Szovjetunióban a kitűnő minőségű acélok gyártásánál dezoxidáló szerül a *kalcium-szilícium* ötvözeteket is alkalmazzák. Az alkalmazott ötvözetek kb. 30% Ca tartalom mellett kb. 20% vasat és néhány százalék alumíniumot tartalmaznak. Széntartalmuk 1% felső határban van megszabva. Az ötvözetet magas ára miatt csak az acél végső dezoxidálásához használják. Meg kell jegyezni, hogy az ötvözet adagolása emeli az acél hőmérsékletét, a nem-fémes zárványok igen jó elosztásához vezet és kén és arzén-telenítő hatással is rendelkezik. Iparilag a szilikokalciumot vagy mész szénnel történő redukciójával állítják elő, vagy pedig kvarcot redukálnak kalciumkarbid és szén keverékével. Az első esetben nagy kalciumtartalmú ötvözet előállítása dús ferroszilícium felhasználását igényli, így általában a gyakorlatban a második módszert alkalmazzák. Általában a technológiát a  $3 \text{ SiO}_2 + \text{CaC}_2 + 4 \text{ C} \rightarrow \text{CaSi}_2 + 6 \text{ CO}$  egyenletnek megfelelően vezetik és igyekeznek a képződő salak mennyiségét csökkenteni. Ennek érdekében nagy tisztaságú kvarcot, gazdag karbidot, jóminőségű kokszot és faszenet alkalmaznak a gyártáshoz. A képződő nagy kovasav tartalmú salak nehezen olvad és nagy mennyiségben zárja magába a kis fajsúlyú ( $d = 2,4$  30% Ca tartalom mellett) ötvözetet. A kemence működése ebben az esetben is emlékeztet a gazdag ferroszilíciumok előállításánál észlelt jelenségekre. Célszerű a párolgási veszteségek csökkentése végett az ötvözetet gyakran csapolni.

A ritkább fémek vasötvözeteinek előállítására a szovjet eredmények felhasználásával sikeres kísérletek folytak a Zagyvarónai Vasötvözetgyárban és a Vasipari Kutató Intézetben. Ezen ötvözetek egyrésze pl. a ferrowolfram és ferromolibdén értermikus redukcióval is előállítható megfelelő minőségben, azonban a fejlettebb technológiát a metallotermikus eljárások képviselik. Ez a körülmény fejlődő vasötvözet



iparunk részére, a csökkentett investíciós szükségletek miatt csak előnyös.

A ferrowolfram a legfontosabb vasötvöző anyagok közé tartozik. Krómmal és nikkellel együtt adagolva kiváló minőségű szerkezeti acélokat eredményez. Igen elterjedtek a wolframmal ötvözött mágnes- és szerszámacélok. A szovjet előírások szerint az első minőségű ferrowolfram 70%-nál több wolframot kell tartalmazzon Mn, Si, Cu, S, P, C, As és Sn-re vonatkozó megfelelő maximális előírások mellett. A természetes wolframérc általában igen szegények. A döntően wolframit, ritkábban sheelit típusú érceket felhasználás előtt 50–70%  $WO_3$  tartalomra dúsítják.

A különböző wolfram-oxidok redukcióját tanulmányozva, arra a következtetésre juthatunk, hogy noha a karbidképződéshez vezető reakció nagyobb szabad energiaváltozással jár együtt, mint a fémképződés, a különbség igen kicsiny és így széntartalmú redukáló közeggel kis karbontartalmú ferrowolfram nyerhető. A termodinamikai számítások ugyancsak azt mutatják, hogy mind szilíciummal, mind alumíniummal a redukció lehetséges, sőt különösen alumínium alkalmazása esetén erősen a wolframképződés felé tolódik el. Mivel a wolfram alacsony oxidjainak redukálhatósága nem különbözik lényegesen a magasabb oxidok redukálhatóságától, a wolfram gyakorlatilag igen jó hatásokkal nyerhető ki.

A szénnel történő redukciót a gyakorlatban általában úgy alkalmazzák, hogy első lépcsőben a wolfram színport elégtelen mennyiségű szénnel redukálják, majd a wolframdús salakot ferroszilíciummal tovább feldolgozzák. A ferrowolfram előállítását a hazánkban gyakorolt korundgyártáshoz hasonló módon többen végzik, mivel a dús ötvözetek olvadáspontja igen magas és 80% wolframtartalom felett a 2000°-ot is meghaladja. A ferrowolframgyártó kemencék a normálkemencékhez hasonló szerkezetűek. Teljesítményük 200–2500 kVA között változhat és az eljárás alapelveinek megfelelően nagy energiakonzentrációval dolgoznak. Az olvasztás befejeztével a nyert tömböt aprítás után válogatni és részzeit finomítani kell. Egy tonna kb. 70% wolfram tartalmú ötvözet előállítása kb. 4000 kW-t igényel. A wolframkihozatal a koncentrációból 97–98%-ot is elérhet.

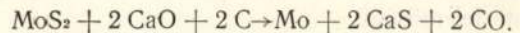
Metallotermikus úton a ferrowolfram előállítását általában ferroszilícium és alumínium keverékekkel szokták végrehajtani. Ferroszilícium egyedül az adott célra nem alkalmazható, mivel a felszabaduló hőmennyiség nem elegendő a külső fűtés elkerüléséhez. Alumíniummal történő redukció esetén viszont a nyert hőmennyiség igen jelentős, az elegy magas hőfokra kerül fel és a wolframérc Si és Mn és egyéb szennyeződéseinek redukciója miatt a gyártott ötvözet minősége nem megfelelő. Komplex redukció esetén az előírásoknak megfelelő ötvözet állítható elő. A felhasználást alumínium és szilícium arányát természetesen mindenkor a rendelkezésre álló koncentrációtól elemzése alapján kell megállapítani. A szovjet irodalom szerint a salak higfolyósságának javítására célszerű folyópátot adagolni. A metallotermikus eljárásnál kb. 95% wolframkihozatal érhető el.

A szovjet gyárak a ferrowolfram-gyártásnál, a nyersanyagok magas ára miatt, egész külön gondot fordítanak a nyersanyaggazdálkodásra. A porveszte-

ség csökkentése érdekében a koncentrátumot vagy brikettezve, vagy papírsákba csomagolva adagolják, a kemence szálló porait megfelelő berendezésekkel felfogják és salakok wolframoxidtartalmát tized % nagyságrendű értékre szorítják le.

A szerkezeti, hőálló és mágneses célok gyártásánál, mint igen fontos ötvözőanyag, a ferromolibdén kerül alkalmazásra. A gyakorlatban 40–80% Mo-tartalmú ötvözetek terjedtek el. A molibdénérceket kohósítás előtt általában dúsítani szükséges. A molibdén színporok 50–58% molibdén és 4–8%  $SiO_2$  mellett 33–38% S tartalommal rendelkeznek. A molibdén koncentrátumokat ferromolibdén előállításához közvetlenül ritkán használják a nagy kéntartalom miatt. A nyersanyagot először általában oxidáló pörkölésnek vetik alá, molibdéntrioxid előállításáig. A pörkölést 600° körüli hőmérsékleten végzik, nagyobb hőmérsékleten az oxid előállítása veszteségeket okoz. A molibdénoxidok szénnel történő redukciója megfelelő körülmények között szénszegény ötvözethez vezet. Az esetleg karbidtartalmú ötvözet finomítása sem ütközik nehézségekbe termodinamikai számítások szerint. A redukció metallotermikus úton is könnyen valósítható meg. A ferrowolfram ötvözetekhez hasonlóan a nagy molibdén koncentrációjú ötvözetek olvasztási pontja igen magas. A ferromolibdéngyártás vilámos kemencében nyers vagy pörkölt molibdénit alkalmazásával valósítható meg.

A molibdenit szénnel történő kezelése esetén mész jelenlétében a következő reakció játszódik le:



A nyert ferromolibdén tömb kb. 60% Mo mellett, kb. 3–4% ként is tartalmaz, így átolvasztásra és kén-telenítésre szorul. Hasonló rossz Mo kihasználást és nagy energiafogyasztást eredményez a molibdéntrioxid redukciója szénnel.

A ferromolibdént a legcélszerűbb metallotermikus úton előállítani. Redukálószerként döntően ferroszilíciumot alkalmaznak, ha szükséges, a reakció hőhatásának javítása végett az elegyhez kevés alumíniumot is adagolnak. A metallotermikus redukciót a molibdénveszteségek csökkentése céljából felső gyújtással végzik el. Általában a molibdén színporok magas ára miatt az egész üzemet úgy kell megszervezni, hogy a veszteségek minimálisak legyenek. Megfelelő gáz-felfogó berendezések és egyéb óvintézkedések esetén a szovjet irodalom szerint a színpor Mo-tartalmának 96–98%-a hasznosítható. Az előírásoknak megfelelő ferroötvözet előállítása a nyersanyagok gondos megválasztásával és figyelmes üzemvezetéssel érhető el.

A modern acélgyártás egyik leghatásosabb ötvözőanyaga a vanádium. Már alacsony mennyiségben (0,15–0,20%) is lényeges változásokat okoz az acéltulajdonságaiban. A vanádium igen széleskörű alkalmazást nyert a legkülönbözőbb acélfajták gyártásánál, rendszerint egyéb ötvözőelemekkel, nikkellel, krómmal, molibdénnel, wolframmal együtt adagolva – különösen fontosak a vanádiumtartalmú szerkezeti, szerszám- és rúgóacélok.

A ferrovanádiumokat a GOSZT 4760–49 szabvány a következőképpen osztályozza:



Minőség	V-% legalább	Egyéb ötvözetek					
		C	Si	P	S	Al	As
		legfeljebb					
1	35	0,75	2	0,1	0,10	1	0,05
2	35	0,75	3	0,2	0,10	1,5	0,05
3	35	1,—	3,5	0,25	0,15	2	0,05

A foszforszegény ferrovanádium a legfontosabb acélfajták ötvöztetésére szolgál míg a többi minőséget a kevésbé érzékeny acélokra és az öntöttvas ötvöztetésénél alkalmazzák.

A Szovjetunióban vanádiumforrásként a kis vanádiumtartalmú vasércből nyert nyersvas frissítéséből eredő salakokat dolgozzák fel. Hazánkban jelenleg a már említett vanádiumiszapból készítenek metallotermikus redukcióval feldolgozható ömlesztett vanádiumpentoxidot.

Mint ismeretes, vassal a vanádium a szilárd oldatok folytonos sorozatát alkotja. Legalacsonyabb olvadáspontja (kb. 1440°) a 30% V-ot tartalmazó ötvözetnek van. A 80% V-tartalomnál az olvadáspont 1550° felett van. A vanádium a szénnel több karbidot képez, oxidjai közül  $V_2O_2$  és  $V_2O_3$  határozottan bázikus,  $V_2O_5$  pedig savanyú jellegű.

Elektromos kemencében redukálószerként szén alkalmazva, csak 2—5% C tartalmú ötvözetek állíthatók elő. Ezen ötvözetek nagy energiaszükséglettel és jelentős vanádium árral finomíthatók kb. 0,8—1% C összetételig. Az említett nehézségek miatt az elektrotermikus ferrovanádiumgyártás nem nagy gyakorlati jelentőségű.

A gyakorlatban a ferrovanádium metallotermikus előállítására terjedt el és pedig a következők szerint:

1.  $3 V_2O_5 + 10 Al = 6 V + 5 Al_2O_3$
2.  $2 V_2O_5 + 5 Si = 4 V + 5 SiO_2$

Az első esetben a reakció közben felszabaduló hő bőven fedezi a hőveszteségeket, a második eljárás szerint azonban elektromos kemence alkalmazása szükséges.

A vanádiumpentoxid szilíciummal történő redukciójánál a következőket kell megjegyezni. A szilícium a vanádiumpentoxid redukciójára csak bázikus anyagok jelenlétében alkalmas. Savanyú közegben ugyanis a  $V_2O_5$  redukciója  $V_2O_3$  állapotnál megáll és ez utóbbi a feleslegben lévő kovással szilikátot alkot. E megállapítást mind a számítás, mind pedig kísérleti eredmények alátámasztják. A szilikotermikus redukció alapredukciója, az előbbieknél megfelelően tehát a következő lesz:  $2,5 V_2O_5 + Si + 2CaO \rightarrow 4,5 V + 2 CaO \cdot SiO_2$ . Alumínium alkalmazás esetén, mivel az alumínátok kevésbé stabil kötések, mint a szilikátok, a mézadagolás hatása nem jelentős és a redukció mésztávollétele is lebonyolítható, sőt, mivel az aluminotermikus redukció külső hőforrás igénybevétele nélkül kerül megvalósításra, jelentékeny mennyiségű mésznek a salakbavitele nem célszerű, az olvadás hőmérsékletére gyakorolt kedvezőlen kihatása miatt.

A ferrovanádium szilikotermikus előállításához acélgártó típusú magnezitbéléses ívínykemencéket alkalmaznak. Redukáló anyagként 75%-os ferroszili-

cium szolgál. A felhasznált mésztávollétele frissen kalcinált kell legyen, minimális  $CO_2$  és  $H_2O$  tartalommal, a vanádium és szilícium veszteségek csökkentése érdekében. A ferrovanádium gyártása tulajdonképpen redukciós és finomítási fázisból áll. A redukció során az érc teljes vanádium kivonása céljából a ferroszilikiumot feleslegben adagolják. A kapott salak  $V_2O_5$  tartalma kisebb 0,5%-nál, viszont a termelt fém 10—15% szilíciumot tartalmaz. A kemencéből az első salakot kiöntik és a szilícium oxidálása végett kalciumvanadátot vagy mésztávollétele és vanádiumpentoxid keverékét adagolják. Ilyen módon a fém Si-tartalma az előírásoknak megfelelő 2—3%-ra csökkenthető. A finomításból visszamaradó salak kb. 6—12%  $V_2O_5$ -t tartalmaz és így azt, mint vanádiumtartalmú nyersanyagot adagolják az első fázis során. Az ismertetett eljárással a ferrovanádiumgyártás kb. 88—90%-os vanádiumkihozattal és 4—5 kW/kg áramfelhasználással végezhető el.

A vanádiumpentoxid redukciója alumíniummal a gyakorlatban általában hígolyósító adalékok nélkül érhető el. A felhasznált vanádiumpentoxid alkáli tartalma megfelelő módon csökkenti a keletkező alumíniumtrioxid olvadáspontját. Igen tiszta kiindulási anyagok esetén kisebb mennyiségű mésztávollétele vagy folyópát adagolása lehet indokolt. A redukciót korunddal vagy egy előző műveletből származó salakkal kibélelt és igen gondosan kiszáritott és kb. 800—900 fokra előmelegített üstben hajtják végre. Ugyancsak igen fontos, hogy az adagolt nyersanyagok, különösen a vas, víz- és olajmentesek legyenek. A redukciót gyújtókeverékkel kell indítani és folyamatos egyenletes adagolással fenntartani. Kb. 1500 kg-os elegy feldolgozása 30 percig tart. A vanádiumkihasználás általában 90% körül van. Az alumíniumfogyasztás az elméletitől nem sokban tér el. Az eljárás gyakorlati alkalmazásánál fontos ügyelni arra a körülményre, hogy a vanádiumtartalmú anyagok igen mérgesek és így jól működő szívó berendezésről kell gondoskodni. A vanádiumkihozatal emelése céljából az eljárást villamos kemencében is végre lehet hajtani. A metallotermikus eljárás befejeztével a kemencét áram alá helyezik és a salakban maradt vanádiumot kb. 1,5—2 óráig tartó szénnel és alumíniummal végzett utóredukció segítségével nyerik ki.

Az acélok oxigén és nitrogénmentesítésére igen jó eredménnyel használható vasötvözet a *ferrotitán*. Dezoxidálásra való alkalmazásánál igen előnyös az a körülmény, hogy a vastitán aránylag kis hőmérsékleten, 1367 fokon olvad, így a salakzárványok az acélban könnyen egyesülnek és a fém felületére úsznak. Mint ötvöző anyagot, a titánt, rozsdát és hőálló acélok gyártására használják elsősorban. A szovjet szabvány a ferrotitánban minimálisan 18% Ti-tartalmat ír elő, viszont maximum 0,2% mellett néhány százalék Si, Al és Cu-t megenged.

Titán és vasoxidok szénnel végrehajtott redukciója elektromos kemencében 15—20% Ti, 5—8% C és 1—3 Si tartalmú ötvözetet eredményez. Az ilyen összetételű ferrokartotitán csak szénacélok dezoxidációjára alkalmas. Ezen ötvözet finomítására vonatkozó kísérletek a gyakorlatban nem vezettek eredményre. Szénnel kis karbontartalmú ferrotitánt csak nagy szilíciumkoncentráció esetében lehet előállítani.



A ferrotitán legjobb előállítási módszere az aluminotermia, amely történhet villamos kemencében, vagy külső hőforrás felhasználása nélkül. Ezen eljárás gyakorlati megvalósításánál bizonyos nehézségek adódnak, amelyeknek oka a titándioxid egy részének titánmonoxiddá való redukciója. A titánmonoxid redukciója termodinamikai adatok szerint csak nehezen vihető keresztül és az egyensúly a salak nagy  $TiO$  koncentrációjánál áll be. A ferrotitángyártás során a képződő titán a vasban oldódik, mely körülmény elősegíti a titánképződéshez vezető redukciós folyamatot. Ezzel szemben az erősen bázikus jellegű titánmonoxid az alumíniumoxiddal és a nyersanyagokban lévő kovasavval vegyül, ami ismét a monoxid képződést fokozza. Ebben az esetben is mészsadalolás elősegíti a titánképződést, mivel csökkenti a titánmonoxidot tartalmazó vegyületek képződési lehetőségét. A mészsadalolást a salakmennyiség csökkentése érdekében úgy eszközölik, hogy az a  $CaO \cdot Al_2O_3$  vegyületnek feleljen meg. Mivel külső hőforrás nélkül végrehajtott redukciónál az eljárás hőmérlege meglehetősen labilis, a salakmennyiség növekedése miatt előálló nehézségek a mészsadalolás előnyeit kétségessé teszik.

A Szovjetunióban a ferrotitángyártásra 41—45%  $TiO_2$ , 2—3,5%  $SiO_2$ , 44—45%  $Fe_2O_3$ , 1,5—2,5%  $Al_2O_3$  tartalmú ilmenit színporokat alkalmaznak. Ugyanez a nyersanyag került alkalmazásra azon kísérleteknél, amelyeket a vonatkozó kérdésben a Vasipari Kutató Intézet végzett.

Amennyiben a gyártást külső hőforrás felhasználásával valósítják meg, acélgyártó kemence berendezést alkalmaznak grafit elektródákkal és magnezit béléssel. A megfelelően előmelegített kemencében először az alumíniumot olvasztják meg, 1400—1500 fokon adagolják a koncentrátumból és mészből álló betételegyet. A villamos fűtést csak akkor kapcsolják be, amikor a redukció hőhatása nem elegendő az elegy melegentartásához. A redukció befejeztével kb. 30—35 percig ismét bekapcsolják az áramot abból a célból, hogy a nyert ötvözet és a salak elválasztását biztosítsák. A villamos energia fogyasztás kb. 1—2 kWó/kg termelt ferrotitán. A beadagolt titánmennyiségnek azonban kb. csak a fele kerül az ötvözetbe és hasonlóképp előnytelen az alumíniumfelhasználás is.

A ferrotitángyártás alapreakciójának  $(TiO_2 + 4/3 Al = Ti + 2/3 Al_2O_3)$  vizsgálata mutatja, hogy 1 kg betétnél csak 372 kalória szabadul fel. Zsemcsuszinov már ismertetett szabálya szerint ez a folyamat külső hőforrás igénybevétele nélkül csak abban az esetben folytatható le, ha a titándioxiddal egyidőben egyéb oxidokat is redukálnak. Ezért az ilmenit-koncentrációban lévő vasoxidon felül az elegyhez a hőeffektus növelése végett vasrevét vagy foszforszegény vasércet adnak. Az elegyhez a higfolyósság javítása érdekében csekély mennyiségű folyópátot adnak.

Szovjet tapasztalatok szerint az előírásoknak megfelelő alumíniumtartalmat csak akkor nem lépik túl a vasötvözetben, ha az elméletileg szükséges alumíniummennyiség kb. 90—95%-át adagolják. Ilyen feltétel mellett a titánkihozatal nem éri el az 50%-ot. Az adagolt alumínium súlyának kb. 20%-át kitevő

mészsadalolás a titánkihozatalt néhány százalékkal emeli. Ugyancsak előnyös hatást gyakorol kis mennyiségű káliumklorát és megfelelő mennyiségű alumínium alkalmazása a hőegyensúly javítása céljából. Ugyancsak előnyös a betétet a redukció előtt kb. 400 fokra előmelegíteni és a keveréket azonos méretre, kb. 0,2—0,5 mm nagyságra aprítani.

A közel múltban sok érdekes irodalmi közlés jelent meg börtartalmú ötvözetek vaskohászati felhasználására vonatkozóan. Megállapítást nyert, hogy 0,2—0,6% C tartalmú acéloknál 0,025—0,030% B-tartalom javítja az acél megalakíthatóságát. Általában az acél vegyi összetételétől függően a bór kezelés javítja a mechanikai tulajdonságokat. A szovjet gyakorlatban alkalmazott ferrobór 15—20% B-t, 1—3% Al-ot és maximálisan 1% Si-ot tartalmaz. A ferrobór előállításához általában bórsav-anhidridet ( $B_2O_3$ ), esetleg borátokat alkalmaznak nyersanyagul. Szénnel történő redukciónál nagy korbortartalmú ötvözeteket nyernek, szilíciummal a redukció gyakorlatilag nem valósítható meg. Alumínium a bórsavat redukálja és vas jelenlétében a vasboridképződés a reakciót a kívánt irányban segíti elő. A reakció hőhatásának és a salak higfolyósságának növelése érdekében a redukcióhoz alumínium-magnéziumötvözetek használatát javasolták. A ferrobörgyártás általában villamos kemencében történik.

Meg kell jegyezni, hogy kb. 3% B-tartalmú ferrobór tűzfolyós elektroízissel is előállítható szén és alumíniummentesen. Elektrolitként olvadt bórsavat lehet használni, kb. 1200°-on. Az elektrolízis során másodlagos jelenségek során a katódon bór válik ki. Ha a katód nagy felületű, vasrács például, úgy a levált bórral vegyülve vasborid képződik, amely az eutektikumnak megfelelő kb. 3% töménységet elérve, a kemence fenekén folyik, ahonnan lecsapolható.

E rövid beszámoló keretében nem volt módomban kimerítően ismertetni mindazokat a problémákat, amelyeket a hazai ferroötvözetgyártás területén meg kell oldani és ugyancsak nem lehetett még csak fel sem sorolni mindazon technológiai lehetőségeket, amelyek feladataink megoldására lehetőséget adnak.

Céлом csupán annyi volt, hogy rávilágítsak a kérdés sokrétűségére, reális lehetőségeinkre, amelyeknek kihasználását gyakorlatilag még alig indítottuk meg. A kérdés komplex jellegénél fogva a magyar kohásztársadalom feltétlen érdekfűzésére tart hat számot, el kell sajátítanunk a baráti országok segítségével, rövid időn belül jó néhány ferroötvözet előállításának modern technológiáját és tovább kell fejleszteni meglévő eredményeinket. Erre annál is inkább szükség van, mivel ferroötvözetgyártásunk fejlesztése elválaszthatatlan része a magyar kohászat megerősödésének, amely csak a megfelelő vasötvözetgyártó iparra! kiegészítve teljesítheti a reá váró nagy feladatokat.

## IRODALOM

1. F. P. Jedrenal: Elektrokohászat. Nehézipari Könyvkiadó. Budapest. 1952.  
Eljutin—Pavlov—Levin: Ferroszlávi. Metallurgizdat, Moszkva, 1951.
2. Különböző közlemények a Kohászati Lapok és az Alumínium 1948—1952. évfolyamaiban.



## A KÖNNYŰFÉMIPARI TERVEZŐ IRODA KÖZLEMÉNYEI

## Timföldgyárak tervezésének alapelvei

BARÁNSZKY-JÓB IMRE, BARTHA LAJOS, KUTAS ANDOR

## Планирование глиноземных заводов

Баранский-Йоб И. — Барта Л. — Кутас А.

Az alábbi tanulmány nem a timföldgyártás technológiájával foglalkozik, hanem azokkal a szempontokkal, melyek szükségesek ahhoz, hogy a ma ismert technológiai eljárások alkalmazása mellett a létesítendő gyár üzeme műszakilag teljes, gazdaságilag kifogástalan és a gyártás menete üzembiztos legyen, de a beruházási költségeket az észszerűen legkisebb mértékre szorítsuk.

A tervezés alapelvei, ha teljesen új gyár létesítéséről van szó, vagy ha meglevő gyár kapacitásának növelése végett az üzem bővítése vált szükségessé, lényegében ugyanazok. Eppen a timföldgyártás területén időszerű a bővítés tervezésével is foglalkozni, sőt — ha következtetések akarunk maradni — az új gyár tervezésénél is figyelembe kell venni a későbbi bővítési lehetőséget.

Bármelyik esetről is van szó, az első legfontosabb szempont, hogy a timföldgyártás túlnyomórészt kémiai folyamatokból tevődik össze, s így egy kémiai — vegyipari — gyár tervezését kell lebonyolítani. A másik főszempont pedig a gőztermeléssel kapcsolatos hőenergiagazdálkodás kiemelkedő szerepe. Ezekhez csatlakozik a nyers- és segédanyagok különleges alakulása: a timföld alapanyaga ugyan a bauxit, de a kívülállóknak közül kevesen tudják, hogy ehhez értékben, vagy mennyiségben sok szén és víz szükséges. 1 to kész timföldhöz ugyanis kb. 3 to nyers bauxit, de 3 to barnaszén és kb. 180 m<sup>3</sup> víz kell. Mennyiségben tehát túlnyomó a bauxittal és a szénnel szemben a víz.

Mielőtt tovább mennénk, nyomatékosan rá kell mutatnunk arra, hogy akár új gyár, akár régi gyár bővítésének tervezéséről van szó, a hőenergiagazdálkodás döntő jelentőségű. A timföldgyártás kémiai folyamataihoz meglegszerűségére van szükség és ezeket Bayer-eljárás szerint dolgozva legcélszerűbben gőz alakjában juttathatjuk el az egyes munkahelyekhez. A gőztermelés korszerűen, gazdaságosan csak nagy, 50—125 ata nyomáson történhet. Minthogy viszont a felhasználandó gőznek kb. 2/3-ad része alacsony nyomáson, kb. 4 ata, szükséges, az üzem ellenőrzőerőtelepet kíván.

Például egy óránként állandóan kb. 100 to 115 ata kilépő nyomású 500° C hőmérsékletű gőzt termelő, megfelelő tartalékkal rendelkező gőzkazánteleg esetén a viszonyok a következőképpen alakulhatnak: a rendelkezésre álló hőlépcsőn kinyerhető, a generátor kapcsolatokon mért villamos teljesítmény kb. 10 500 kW, a kazánházi szükséglet ebből kb. 1000 kW, tehát a hasznosítható teljesítmény kb. 9500 kW. A timföldgyár terhelése éjjel-nappali egyenletes, sőt az évszakoktól is alig függ, s ha rendszeres felülvizsgálattal, megelőző karbantartással kezeljük az erőtelepet, évi 8760 óra üzemmel számolhatunk, tehát

876 000 to gőztermelés mellett évi 83 millió kWóra értékesíthető villamos energia mennyiség áll rendelkezésre, amiből a gyár csupán 35 millió kWórát használ fel.

A továbbiakban tehát ennek figyelembevétele mellett kell a tervezést végrehajtani.

Hogy megfogható számokkal fejezhessük ki a lerögzítendő alapelvek jelentőségét, egy évi 100 000 to timföldet termelő új gyárat veszünk kiindulásnak.

## I. Új gyár tervezése.

A tervezés alapvető munkálatának ideálisan a technológia tervezőjének, a gyár tervezőjének és a tényleges kivitelezőnek együttműködéséből kell kialakulnia.

A technológia tervezője a kapott megbízás alapján elkészíti a gyár technológiai tervét.

A gyár tervezője a kapott adatok alapján elkészíti 1 : 200 léptékben az épületek alaprajzait s elhelyezi azokban a gépek vázlatos rajzát.

Az így elkészült rajzokat a tervező a technológia tervezőjével megvitatja, esetleges változtatásokat elhatároznak és leszögeznek a részletes tervek elkészítéséhez szükséges egyéb adatokat.

Az így részleteiben is megállapított adatok birtokában a kivitelezővel együtt hármasban megkezdik a közös munkálatokat, amelyeknek igen kiemeltnek kell lenniük: a kivitelezőnek nemcsak a terveket, rajzokat kell megismernie, hanem a legrészletesebben a gyártás menetét, a szükséges gépeket, berendezési tárgyakat stb. is. Hiba, ha a kivitelező csak magát az elvégzendő munkát nézi és ismeri, a lényeggel viszont nincs tisztában.

Az itt leírt munkameneten belül végzendő tervezési munka szempontjai a következők:

Az új gyár telepítésénél nyilvánvalóan országoktól, adottságoktól függő számos körülményt kell figyelembe venni. A tervező nem választhatja ki a legideálisabb helyet, ami azt jelentené, hogy közel legyen a nyers bauxittelőhely, a szénbánya, és bőségesen álljon rendelkezésre víz, de amellet a gyártelep be legyen kötve az ország fő közlekedési hálózatába út és vasút szempontjából egyaránt, azonkívül a megfelelő csatornaelvezetés is biztosítva legyen. Lényeges továbbá az időjárási viszonyok, különösen az uralkodó szélirány figyelembevétele. Tudunk esetekről, ahol a bauxitot 2—5000 km-re szállítják a timföldgyártás céljaira vagy pedig a timföldet hasonló távolságokra az elektrolízissal való alumínium előállítás végett. Tervezésünk körében azonban éppen az ellenkező megoldásokkal kell foglalkoznunk és keresni, illetve megtalálni a műszaki és gazdasági optimumot. Végül a gyár telepítésénél mérlegelendő, hogy a termelt timföldnek bel- vagy külföldi feldolgozása van-e tervbe véve. Belföldi feldolgozás esetén gondolni kell a kohó, esetleg egy alumíniumsókát elő-



állító vegyészeti üzem elhelyezési lehetőségére is. Természetesen befolyásolja az elhelyezést az országos ipar- és telepítési politika is.

Évi 100 000 to timföldhöz 300–320 000 to szabványos minőségű bányanedves bauxit kell, azaz 20 to hordképességű vasúti teherkocsit véve számításba, kb. 16,000 vagonos évi forgalma lesz a gyárnak csak bauxitban, amihez kb. 15,000 vagon szén járul. A kész timföld elszállítására különleges nagy vasúti teherkocsik szolgálnak, legalább 50 to hordképességgel, ami évi 2000 vagon jelent. Egyéb anyagok, pl. vörösiszap, mész stb. szállítására évi 10,000 vagon veszünk fel. Tehát a gyár évi vagonforgalma kb. 40,000 körül lesz. *40,000 rakott vagon* célszerű mozgatása, helyes kiinduló és végpont megtalálása nem csupán a timföldgyári tervezők feladata. Legideálisabb lenne a bányákhoz olyan közel telepíteni a gyárat, hogy vagonbarakás nélkül, függő csillékben, vagy szállító szalagokon érkezzenek a két alapanyag a gyárba, ami ilyen nagy mennyiségek esetében már gazdaságos. Nem szabad azonban itt sem figyelmen kívül hagyni, hogy a gyár közelében levő lelőhelyek, illetve bányák idővel kimerülhetnek, s erre az esetre vasúti szállításra is kell gondolni. Ennek megfelelően kell a gyárépületeket elhelyezni és helyet hagyni a későbbi többletberuházás tárgyai — vagonbuktatók stb. — számára.

Ez utóbbi szempont is azt mutatja, hogy az uralkodó feltétel a *megfelelő vízmennyiség* jelenléte. Hiszen emellett szól az is, hogy évi 18,000,000 m<sup>3</sup>, illetve ugyanannyi tonna vízre lesz szükség, tehát kb. 30-szor annyi súlyú, mint a bauxit és a szén együttvéve! Ilyen mennyiségnek a szállítása 4–5 km-ről még gazdaságosan lehetséges, de nagyobb távolságról már költségessé tenné az üzemet.

A tervezést tehát meg kell előznie egy alapos *hidrológiai vizsgálatnak*. Ha biztosítva látszik hosszú időre a megfelelő vízmennyiség, és ha ez minőségileg is kifogástalan, tehát vegyi és fizikai sajátosságai, főleg hőfoka megfelelnek, akkor foglalkozhatunk a telepítés kérdésével. Meg kell itt említenünk a legújabb elgondolásokat, melyek a víz mennyiségi szerepét esetleg igen csökkentenénk s így az ideális egyhelyűséget bauxit és szén tekintetében lehetővé tennék.

A már említett közlekedési alapszempontok mellett lehetőleg *sík területet* válasszunk, ami az aránylag nagy kiterjedésű gyártelep belső anyagmozgatása miatt kívánatos. Szükség esetén egy lépcsőzetes megoldás is lehetséges, amikor a nyersanyagok a legmagasabb helyen érkeznek és a technológiai folyamat az alsóbb lépcsőkben nyer elhelyezést. Mindenesetre az anyagmozgás gazdaságos megoldására tekintettel kell lenni.

A gyár önmagában is *nagy kiterjedésű*, mert nagyméretű tartályok, keverő és ülepítő berendezések, nagytérű és hosszúságú kemencék szükségese, de ezt a nagy területi elhelyezkedést növeli az a technológiai és egészségügyi szempont, mely szerint a bauxit és a timföld egymástól elkülönítve igen távol legyen elhelyezve s az üzem nedves része függetlenül legyen a hő közvetlen tüzelés révén felhasználó üzemrésztől. Ezért is, de a jó szellőzés elérése végett bizonyos pavillonszerű elrende-

zés szükséges. Fokozza ezt a kiterjedést még az, hogy helyes gyárvezetés esetén legalább háromszoros, később — esetleg több lépcsőben — bekövetkező *bővítésre* kell alkalmassá tervezni az új gyárat. Ez nem lehet azonban ötletszerű szélszórtság, hanem tudatosan előre kell látni, hogy bizonyos tartánysorozat hogyan fog szaporodni, a kalcináló kemencékhez, a hozzátartozó porfogó és szűrő berendezésekhez hogyan fognak az újak csatlakozni stb.

Nem tévesztheti természetesen a tervező azt sem szem elől, hogy milyen *új, vagy kombinált eljárások* jöhetnek szóba idővel. Bár a tudomány fejlődése nem számítható ki előre, de legalább kombinálni kell, hogy milyen technológiai üzemrésznél lehet, vagy kell új eljárások belépésével vagy hozzáépítésével számolni. Csak példákra utalunk ezzel kapcsolatban: a bevezetett száraz őrlés helyébe — vagy mellé — kell majd esetleg telepíteni a nedves őrlést, de hivatkozhatunk a közel múltban a keretszűrők helyett bevezetett Dorr-ülepítésre, a mechanikus kikeverés helyett alkalmazott légkikeverésre, a külön hűtésű kalcináló kemencék helyett szerkesztett rekuperátoros megoldásra stb.

A helyszükségletet növeli a *vörösiszap* és a kázanátelep salakja számára szükséges lerakóhely. Bár erőteljes lépések történtek és vannak folyamatban a vörösiszap felhasználása terén, — hiszen a benne levő értékes anyagok, az Al, Fe, V, Ti kinyerése izgatja a kutató tudóst és a gyakorlati szakembert egyaránt — mégis évenként kb. 500,000 m<sup>2</sup> terület szükséges, ha esetleg átmenetileg is, a tárolásra.

Van a gyártervezésnek, de főképp a telepítés helyének még egy fontos szempontja: *a munkaerő kérdése*. Ez a kérdés kétfelé ágazik:

- önmagában a gyárban a lehető legkevesebb kézzel, egyénileg végzendő manipuláció legyen, tehát minél kevesebb dolgozó egyénre legyen szükség. Ehhez nemcsak megfelelően választott technológiai folyamatok szükségesek, hanem minél nagyobb egységek alkalmazása célszerű. Ez utóbbi ugyanis kevés szerelvényt, kevés beállítandó armatúrát, kevés figyelőhelyet jelent. Ezekhez járul a minden gyárnál fontos mechanizálás, gépesítés és automatizálás folyamata, ami itt főképp a rakodási, szállítási, tüzelési stb. helyeken való sítandó meg. Ezekre a szempontokra az egyes munkaheleken rámutatunk, de mint alapelvet szükségesnek láttuk ezen a helyen külön kiemelni.
- A munkaerő tényleges megszerzésének, előteremtésének lehetősége sem elhanyagolható szempont. A kor szociális követelményeit kielégítő lakáshetőségről, az ezzel összefüggő gazdasági, kulturális igényeket biztosító berendezésekről kell gondoskodni.

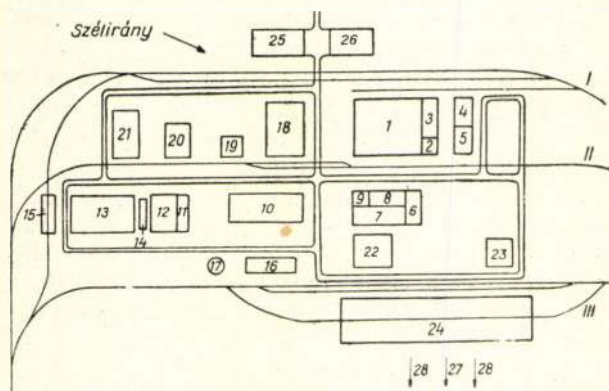
Ez a kérdés nemcsak a gyárvezetők gondja. Ebbe belekapcsolódnak az erre rendelt országos szervek is.

Végül itt kell tárgyalnunk egy alapvető és általános kérdést: a gyári berendezésekben szükséges *tartalékok* kérdését. A gyár állandó 24 órás, sőt 365×24 órás állandó üzemet fog teljesíteni. Egyes,



különösen nagy elhasználódást okozó munkahelyeken ez 100%-os tartalékot kíván. Fokozza a tartalékok aránylag nagy százalékát a nagy egységek alkalmazása. A nagy egységek, mint láttuk, nemcsak a nagy teljesítmény miatt szükségesek, hanem a munkaerő-gazdálkodás miatt is. A tervezés folyamán kell a helyes mérleget felállítani, s eldönteni ezt a kérdést.

A telepítés ideális elrendezését — figyelembe véve az égtájak, széljárást stb. is — az 1. ábra mutatja.



1. ábra. Egy timföldgyár általános elrendezése.

1. Bauxitraktár, 2. Bauxitőrő, 3. Bauxitszállító, 4. Bauxitőrő, 5. Bekeverés, 6. Feltárás, 7. Ülepítés (Dorr-épület), 8. Kausztifikálás, 9. Lúghűtés, 10. Kikeverés, 11. Hydroszeparátor és hidrárszűrés, 12. Hidrátraktár, 13. Kalcinálás, 14. Elektromos porleválasztás, 15. Timföldsziló, 16. B-párlás (lúgbesűrítés), 17. Hűtőtorony, 18. Nátronraktár, lúgoldás, lúgkezelés, 19. Laboratórium, 20. Javítóműhely, 21. Raktár, 22. Kazáncsop és erőmű, 23. Gázgenerátor, 24. Széntér, 25. Igargatószag és központi adminisztráció, 26. Kultúrház, jólét intézmények stb., 27. Vörösszappán, 28. Szaklakóhely, 1. Bauxit- és timföldvágány, 11. Nátron- és raktárvágány, 111. Szénvágány.

Az egyes üzemszempontok tárgyalásánál a következő fontosabb tervezési szempontok az irányadók:

Mint említettük, a 100,000 to/év timföldet termelő gyárba évi kb. 320,000 to *nyers bauxit* kerül. Ez naponként *egyenletes* szállítás mellett kb. 900 to lenne. Felmerül a tervezésnél a kérdés, hogy milyen állandó *tartalék* legyen a gyár területén, hogy akár a bányában, akár a vasúti szállításban — hóvihar, fagy stb. — felmerülő akadályok esetén a gyár üzeme folytonos és biztosított maradjon.

A tárolandó bauxit mennyisége, a megoldás kivitele, elsősorban az üzem méreteitől függ, de befolyásolja azt az üzemnek a bányától való távolsága is. Amennyiben a bányák nem fekszenek túl messze a timföldgyáraktól és a folyamatos ellátás minden tekintetben biztosítottnak látszik, a timföldgyárak a tél kezdetére, december elejére kb. 3 havi üzemhez szükséges bauxitmennyiséget tárolnak, amelyet télen át felhasználnak úgy, hogy távasszal a szállítások újra-megindulásakor 1 havi, vagy ennél is kevesebb készlettel rendelkeznek. A szállításokat úgy ütemezik az év 9 hónapjára, hogy ezalatt a téli 3 hónapra szükséges mennyiséget is tárolni tudják. A bauxitbányáktól nagy távolságra fekvő timföldgyárak ellátottságuk biztosítottasága szerint fél-, egy-, sőt kétféle üzemhez szükséges bauxitmennyiséget tárolnak. Ilyen méretű bauxitraktárak teljes mechanizálása igen költséges volna, ezért ilyen esetekben a mechanikai és pedig biztonság kedvéért vagonbuktató és markoló-darus, valamint a kézi kirakást kombinálva alkalmaznak.

A tapasztalat azt mutatja, hogy nyitott, de tetővel ellátott *szérű* a legalkalmasabb a tárolásra. A helyes tárolás esetén a szérű szélein támfal sem kell, hanem saját természetes rézsűszöge mellett szabadon túl hullhat a bauxit, s mint az üzem vastartaléka, hosszabb ideig tárolhat.

Bármilyen úton kerüljön is a bauxit a gyárba, azt további feldolgozása előtt kisebb — kb. 30 mm élnagyságú — darabokra kell törni. Ez a művelet legcélszerűbben egy központosított helyen történjék, de természetesen megfelelő tartaléktörő berendezésről kell gondoskodni. A nagy egységek, a központosított munkahely itt is ajánlatos a munkaerő-takarékosság miatt. Több kis törőmű talán nagyobb üzembiztonságot és a tartalékok jobb kihasználását jelenti, míg a nagy törőmű esetén 100%-os tartalék kell, mégis a beruházási költségeket kell inkább növelni, hogy évek hosszú során a munkaerő megtakarítható legyen. A tört bauxitnak akár szárítás után, akár nedves örlése előtt olyan állandó tartalékot biztosító tárolás szükséges, hogy az üzem a törőberendezés bármilyen zavarára esetén is legalább 24 órás tört bauxitkészlettel rendelkezzen.

A *száraz örlés* és a *nedves örlés* kérdését még nem zártuk le. Egyik gyárunk nedves örlésre rendezkedik be a szovjet tapasztalatok alapján. Az itt szerzendő üzemi eredmények fogják megmutatni, hogy hazai bauxitok feldolgozására melyik eljárás megfelelőbb.

A *száraz örlés* előtti *szárítás* az ismert kemencék valamelyikében történik, de a tervezésnek foglalkozni kell a *tüzelési* móddal. Szén, fűtőolaj, mazut, föld- vagy generátorgáztüzelés jöhet szóba. Bár itt az egyes tüzelőanyagok beszerzési lehetőségei, termelési viszonyai erősen megkötik a tervező kezét, azonban az üzem egyszerűsége, tisztasága és gazdaságossága általában a gáztüzelés mellett szól. Ehhez viszont gázgenerátorok kellenek, ami már a tervezés újabb területét jelenti. Ennek a berendezésnek és a hozzátartozó építménynek, sőt széntérnek, darú- és adagolószerkezetnek gazdaságosságát természetesen nemcsak a szárítókemencék, hanem egyéb tüzelési helyek ellátása is befolyásolja. Erre a kérdésre még visszatérünk a kalcináló kemencéknél.

A *bekeverés* ideális munkafolyamata a folytonos üzem lenne. Erre a nedves örlés inkább ad módot, mint a száraz örlés. A száraz örlés esetén a pontos arányok miatt mérni kell az adagolandó bauxitlisztet és meg kell határozni a lúgnál nemcsak a mennyiséget, hanem az összetételt is. Egyelőre e műveletek automatizálása nincs megoldva.

A *nátronlúg oldása, előkészítése és kezelése* természetesen a gyár központi helyén kell, hogy történjék. Ugyanis nemcsak a frissen beérkezett nátron oldásával kell számolnunk, hanem a gyár különböző munkahelyeiről érkező lúg kezelésével, hűtésével stb. is. Erre az 1. sz. ábránkon bemutatott ideális elrendezésű gyár terve utal.

A gyár egyik döntő üzemi helyéhez értünk: a *feltáráshoz*. A tervezésnek itt az egyszerű kémiai folyamat mellett döntően a hőgazdálkodás szempontjait is figyelembe kell vennie. Bár nem a legnagyobb gőzfogyasztó hely az üzemben, azonban az általános kalorikus gazdálkodás egy jelentős részét képezi



mert nagyobb nyomású gőzt használ fel és így ennél a részről foglalkozunk ezzel a kérdéssel részletesebben.

A tervezésnél meg kell határozni, hogy mekkora nyomás alatt akarjuk a feltárást elvégezni az autoklávokban és hogy milyen méretű autoklávokat alkalmazunk. Az újabb törekvés érthető módon minél nagyobb autoklávok felé irányul, fenntartva a nagyobb nyomás lehetőségét. A bauxit minősége nagyban befolyásolja ezt az elhatározást. A nyomásból számított falvastagság — mint ismeretes — ugyanazon össz-súlyt adja ki sok kis autoklávnál, mint kevés nagyobb-nál. A gazdaságosság mégis a nagyobb autoklávok javára billenti a mérleget, mert nemcsak az egy térfogat-egységre eső autokláv szerelvény, de a hozzá csatlakozó csővezeték kötési helye is ezt teszi indokolttá. Ez a körülmény nem csupán az armatúrák beruházási költségénél, hanem később az üzemben a kezelőszemélyzet számánál is döntő jelentőségű. Egy-egy autoklávnál — nem számítva az általános elosztási és irányítási helyeket — 5, esetleg több kezelendő szelep, illetve armatura van. Ez a szám független az autokláv méretétől. Világos, hogy kevés nagy autokláv ebből a szempontból sokkal előnyösebb, mert például 15 m<sup>3</sup> és 30 m<sup>3</sup>-es autoklávoknál a kihasználatlan tér azonos nagyságú és így a hasznos tér aránya jóval nagyobb. Az autokláv méretének és így végelemzésben a darabszám csökkentésének is különböző, az autokláv gyártásával összefüggő technológiai lehetőségek szabnak határt.

A folyamatos feltárási kérdése is felmerül. Ennek megoldása esetleg előnyöket jelenthet.

A bővítésre való tekintettel az autoklávok esetleges számbeli megnövelésére kell gondolni, ezzel összefüggően pedig a gőztermelés fokozására is fel kell készülni.

A ma használatos eljárások mellett a felvett 100,000 to/év teljesítményre 900—1000 m<sup>3</sup> autokláv osztérfogat beépítése szükséges a bauxit minőségétől függően.

Az ülepítésre szolgáló Dorr-berendezés technológiai folyamatán belül a tervezésnek afelől kell döntenie, hogy hány Dorr-lépcsőben akarjuk a folyamatot lejátszatni. Dönteni kell arról is, hogy az iszapot Dorrokban mossuk ki vagy szűrőkön.

A szükséges felület Dorrokban végzendő iszapkimosás esetén a 100,000 to/év teljesítményt véve figyelembe: a Dorr I-ben 2500—3000 m<sup>2</sup>, a Dorr II-ben 800—1000 m<sup>2</sup>, a Dorr III-ben 400—500 m<sup>2</sup>, a Dorr IV. és Dorr V-ben ugyancsak 400—500 m<sup>2</sup>.

Szűrő alkalmazása esetén kb. 1000—2000 m<sup>2</sup> szűrőfelület szükséges az iszap minőségétől függően.

Az itt nyert *vörösiszapot* hígítva szivattyúk nyomják ki a vörösiszap-térre. Fentebb már szóltunk arról, hogy ennek a „melléktermék”-nek a hasznosítására kutatások és kísérletek vannak folyamatban. Egyelőre azonban szükséges a tárolásáról gondoskodni. A nedves vörösiszap 100,000 to/év timföldgyártás mellett kb. 150,000 to, vagyis naponként kb. 400 to, ami a tárolás magasságától függően 2—300 m<sup>2</sup> helyet igényel.

A kikeverés folyamatát forradalmasította a légkikeverés bevezetése. Ez a már kikísérletezett eljárás a tervezőnek annyiban ad külön gondot, hogy milyen

méretű kikeverőtartányokat alkalmazzon. Itt is a nagy egységek felé való törekvés a helyes út és pedig nemcsak a már felsorolt szempontok, hanem a beépített alapterület észszerű kihasználása miatt is. A tartányok átmérőjének és magasságának helyes aránya ugyanis kb. 1:3. Így a magasságba való törekvés önmagában adva van. Ennek határt szab az, hogy túl magas tartányok kezelése, ellenőrzése nehézségeket okoz. Viszont az újabb tapasztalatok szerint ezeknek épületében való elhelyezése felesleges. A 100,000 to/év teljesítményű gyárban az oltás és tartalék figyelembevételével a szükséges tartányköb-tartalom 40,000—45,000 m<sup>3</sup>. Ha pl. 500 m<sup>3</sup>-es egységeket veszünk, 80—90 tartány, míg a kb. 1200 m<sup>3</sup>-es óriás tartányokból 33—38 darab kell csak. Ebben az esetben 35 m összmagasságú tartánycsoporttal kell számolnunk. Amennyiben a lúg hűtése szükséges, az ezt szolgáló berendezést a kikeverők közelében kell elhelyezni.

A légkikeverőkhöz tartozó *levegőkompreszor*-csoport a kikeverőkhöz közeli helyre telepítendő. A nagy kompresszoregységek választásánál ügyelni kell arra, hogy a tartalék megfelelő biztosítása aránylag nagy beruházási költséget okozhat. Ezt megvilágítja a következő: Ha csak 1 kompresszor látná el az egész szükségletet, a szükséges tartalék 100%; ha 2, akkor elég esetleg 1 tartalék is, mert nem valószínű, hogy mind a két működő kompresszor felmondja a szolgálatot, illetve a megelőző karbantartással és általános javítással elég, ha mindig 1 kompresszor áll és így periodikusan végezhető el a javítás és a karbantartás. Ekkor tehát a tartalék 50%, de némi kockázatot jelent, ha a tartalék javítása alatt hibásodik meg a két működő kompresszor egyike. Ezért helyesebb, ha 3 kompresszorra osztjuk el a sűrített levegő termelését és a nagyobb biztonság felé haladva, helyesen a 3-hoz kettőt veszünk tartaléknak, ami ugyan 67%, de helyes középutat jelent: nemcsak megfelelő tartalékunk van, hanem a megelőző karbantartással 100%-os biztonságunk is. Nagyobb egységek esetén turbokompreszorok választandók.

A kompresszorok méreteire jellemző, hogy a szükséges beszívott levegő mennyisége 25,000—30,000 m<sup>3</sup>/óra.

A *hidroszeparátorok* és az ott elhelyezett ú. n. *fehér Dorr-ülepítők* méretei, mennyisége függ a technológiai folyamat beállításától.

A *hidrátszűrés és mosás* a timföld alacsony marónátron tartalmának elérésére legalább 2 lépcsőben történjék. Akár Wolff-rendszerű, akár Imperial-rendszerű szűrőket alkalmazunk, bőséges tartalékról kell gondoskodni. Ezek a berendezések nem olyan költségesek, viszont itt egy aránylag szűk keresztmetszeten halad át a gyár összes termelése. Nagy egységek, vagy kis egységek választása itt is a már mondott szempontok alapján történjék.

A hidrátszűrés után a kalcináló berendezés felé áramlik az anyag, s egyenletes üzem mellett is kell közbenő raktározásról gondoskodni. A helyes tervezés esetén szükség van ilyenre, mert a termelés kisebb fluktuálása, némi üzemzavar, pl. a kalcinálásnál, szükségessé teszi egy biztonsági *hidráttartalék gyűjtő raktár* tervezését. A raktáron végig haladó főszállító szalag elején és végén kell egy-egy szalag-



mérleg, mely méri a raktár felé haladó és a raktárból eltávozó hidrát mennyiségét. Az előbbi mérleg tehát az összes nedves üzem termelését méri és regisztrálja, az utóbbi viszont a kalcinálóból kerülő összes hidrátét. A kettő különbsége a raktárban levő, vagy annan más célra eltávolított hidrát mennyisége. A második szalagmérleg előtt egy elevátor adja fel szükség esetén a hidrátraktárban tároló hidrátot, s így ez is mérlegelésre kerül, ami a fentmondott elv szerint helyes és szükséges.

A kalcináló kemencék mérete és száma, a bővítettség előkészítése a már ismertetett alapelvek szerint állapítandó meg. Hogy hol az átmérőben és a hosszban a határ, nehéz megmondani. 100 m hosszú kemencéről is lehet szó, de meggondolandó a helyes tartalékolás kérdése. Legcélszerűbb a működésben levő kemencék mellett 33% kapacitású kemencének tartalékként való tartása, amely a szükséges javítás alatt áll.

A kalcináló kemencék tüzelése a bauxitszártó kemencéknél mondottak szerint olaj vagy gáz lehet. Helyes-e túlzott óvatosságból mind a két lehetőséget biztosítani? Normális üzem feltételei mellett erre szükség nincs. A gyár telepítési körülményeitől függően kell dönteni a kettő közül egyik mellett. Bármelyik mellett döntünk is, ugyanilyennek kell lennie a másik kemencecsoporthoz tüzelésének is. A döntésnél hazánkban figyelemmel kell lenni a szén kéntartalmára.

Népgazdasági és kezelési szempontból a generátorgáz előnyösebbnek mutatkozik. A szükséges gáz-mennyiség 1250—1450 kal/m<sup>3</sup> fűtőértékű gáz esetén kb. 16.000 m<sup>3</sup>/óra, melynek előállítása a gyártelep központi generátortelepén történik. Ezt az üzemet legcélszerűbb önálló üzemként kezelni szénellátás szempontjából külön széntérrel, szénrakodó berendezéssel, salakeltávolítással stb.

A kalcináló üzemhez csatlakozó porleválasztó szerkezet korszerűen mechanikus és elektromos részből áll. Helyes tervezés mellett minden kemencének külön önálló porleválasztó berendezése van. A porvisszanyerés kérdésének fontosságát egy számmal bizonyítottan vehetjük: ha 1% elszálló timföldport választ le a berendezés, ez évenként 1000 to timföldet, tehát óriási értéket jelent. Ennél a berendezésnél tehát egyrészt nem szabad kicsinyeskedni, másrészt a szállító vállalat garanciális kötelezettségét nemcsak szigorúan meg kell szabni, hanem annak betartását objektív mérésekkel ellenőrizni kell.

A bővítés lehetősége önként adódik, mert a kemencék bővítése esetén az elektromos szűrőtornyok csatlakozása mind technológiai, mind építészeti szempontból egyszerű feladat.

A nyert timföld tárolására legcélszerűbb olyan sziló építése, mely egyik vasúti vágány felett elhelyezkedve lehetővé teszi, hogy a timföldet külön erre a célra készített szállító vasúti kocsiba rakják (öntsék). Ezáltal a rakodási munka gyors, egyszerű és porvesztéses nélküli. Természetesen itt is gondoskodni kell arról, hogy szükség esetén zsákokat is lehessen megtölteni akár a különleges vasúti teherkocsi hiánya, akár egyéb szállítási vagy kereskedelmi szempontok miatt.

A sziló kb. egy havi kapacitásnak megfelelő timföld, egy-egy rekeszben 500—1000 to tárolására legyen alkalmas. Egyszerre több vagon töltését tegye lehetővé figyelembe véve, hogy egy-egy vagonon két-két nyíláson keresztül önthető be egyszerre az áru.

Az üzem egyik leglényegesebb része a szűrésnél visszanyert lúg besűrítésére szolgáló bepároló készülék, mely a legnagyobb gőzfogyasztó. Legjobban bevált a Vogelbusch-rendszerű. Ezek korszerű kivitelben ú. n. „quadruple effect”-ben működnek, azaz a bepárolás 4 fokozatban történik olyként, hogy az első fokban közvetlen gőzzel fűtünk, azután sorban a következő fok az előzőnek páragőzét használja. Ezzel elérjük, hogy 100 kg víz elpárologtatásához kb. 35 kg közvetlen gőz szükséges. A bepároló gőzfogyasztása az egész gyári gőzszükségletnek kb. 2/3 része. Ez a gőz ide az ellennyomásos turbinán, vagy turbinákon keresztül jut, ahol melegenergiája egy részét leadta.

Az itt keletkező kondenzátum melegét a Vogelbusch-rendszerű készülékeknél lúg előmelegítésére használják fel.

A beépítendő bepárlók a tartalékokat is figyelembe véve, összesen 8000 m<sup>2</sup> fűtőfelületűek lesznek, a jelenlegi gyártási technika mellett egyenként 1000 m<sup>2</sup> felülettel.

A Körtling-hűtő a lúg hűtésére szolgál. Víz-fogyasztása kb. 60 m<sup>3</sup>/to timföld.

Említést kell még tennünk a segédüzemekről:

A gyárban központi helyen kell elhelyezni az összes szükséges vizsgálatokra alkalmas korszerű laboratóriumot. Ezek a vizsgálatok:

A nyers-, segéd- és fűtőanyagok állandó ellenőrzése. A gyártás menetének állandó, minden részletre kiterjedő vizsgálata. A félkész és kész termékek minőségének folyamatos és tüzetes megállapítása. A melléktermékek kvalitatív és kvantitatív összetételének állandó számontartása.

Ezenkívül célszerű minden üzemszabványban egy-egy üzemi laboratórium beépítése, amelyekben a helyi szükségletnek megfelelő vizsgálatok gyorsan és közvetlenül elvégezhetők. Különösen szükséges ilyen laboratórium a feltárásban, a Dorr-üzemben a kikeverő és a szűrő üzemből.

E rendszeres ellenőrző vizsgálatok mellett a laboratórium legyen felkészülve egyéb, az üzemből fellépő jelenségek vizsgálatára is.

A szükséges javítások gazdaságos és gyors elvégzésére szolgáló gépműhely az üzemből elengedhetetlen. Nagyteljesítményű (3 m csúcstávolságú és 400—500 mm nyeregcsig magasságú) esztergapad; a szokásos egyéb szerszámgépek, pl. gyalu-, maró-, fűrőgépek; autogén- és villamos hegesztőberendezés; kis kovácműhely; esetleg kisebb fémöntőde a berendezése. Belső hajójában 3 to hordképességű futódarut célszerű felszerelni.

Megtervezendők az igazgatósági és adminisztrációs, a szociális és kulturális épületek is, melyeket a jövő bővítési lehetőségeivel, de mégis az észszerű takarékoság határain belül kell terveznünk és legelőnyösebben a bejárat közvetlen közelében elhelyeznünk.



A gyár üzemének munkáját megkönnyíti a helyesen szervezett *raktár*. Az üzemi anyagok és nyersanyagok raktározásával, tárolásával egyéb helyen foglalkozunk. Itt azokra a főképp gépészeti berendezésekre, valamint kenőanyagokra és hasonlókra, szám szerint 500—600-félére gondolunk, amelyek kellő mennyiségben és mennyiségben raktározása a gyár folytonos állandó üzemének biztosítására feltétlenül szükséges. E raktár elhelyezése lehetőleg központi legyen, de mégis úgy, hogy egyrészt a technológiai folyamat szállítóberendezéseit ne zavarja, másrészt, hogy az iparvágány és az utak segítségével jól megközelíthető legyen.

Az *erőmű* legfontosabb szempontjait már említettük. Itt csupán a teljesség kedvéért szólnunk róla még egyszer. A már megadott mennyiségi értékekből származó gőztermelő berendezésen kívül gondoskodni kell a korszerű víznyerő, vízelőkészítő berendezésekről, salakeltávolító készülékekről és vezetékekről stb.

Tervezésénél gondolni kell a tartalékra, ami a folytonos üzemre való tekintettel kb. 33% legyen, azaz a beruházott kazánfelületnek kb. 33%-a álljon a szükséges javítás és felújítás rendelkezésére. Ez elengedhetetlenül szükséges, mert gőztermelés nélkül a gyár még órákig sem lehet. Ez a tartalék úgy értendő, hogy egyes berendezéseket, pl. vízlágyítót, tárolót, szóval a meghibásodásnak kevésbé kitett és ebből a szempontból jól ellenőrizhető és karbantartható berendezéseket nem kell a tartalékolásnál megépíteni.

Gondoskodni kell természetesen a széntároló és szállító berendezésről. Itt a kézi munkaerőt lehetőleg teljesen ki kell küszöbölni, de a lehetőségnek meg kell lenni arra, hogy egyes munkahelyeken, pl. a markolódaru meghibásodása esetén kézi munkaerő biztosíthassa az üzem folytonosságát. Nem lehet azonban pl. a ferde szállítószalagnál ilyesmiről szó, de itt tartalékot sem lehet beépíteni. Itt tehát egyrészt a beruházásnál megfelelő berendezést kell felszerelni, másrészt a megelőző karbantartás és a gondos, apró részletekben történő javítás, egyes gépcsoportok, ismétlődő — kopásnak, vagy sérülésnek kitett — alkatrészek raktáron tartása előzheti meg a komolyabb üzemzavarokat.

A széntárolásnak az iparvágánnyal összefüggő szempontjaira ott fogunk rámutatni.

A *villamos energiával* való ellátás, mint láttuk, bőségesen ellátható a saját turbogenerátor által termelt árammal. Sőt, a felesleges áram az országos hálózatba megfelelően feltranszformálva, bekapcsolandó. Ennek ellenére gondoskodni kell egy, az országos hálózatból való leágazásról és ily módon való árambiztosításról is, hogy ha a turbinának átmeneti hibája lenne, az üzem áramszolgáltatása ne hiányozzék.

Az egyes üzemi elosztó helyekhez közel helyezendők el az alállomások, melyek segítségével a nagyfeszültségű pl. 5000 V-os áramot 380 V-osra alakíthatjuk át, s így a kisfeszültségű áram minél rövidebb szekunder vezetéken, tehát minél kisebb veszteséggel juthat a fogyasztóhelyhez.

Az egyes fogyasztóknál, főképp a motoroknál a névleges, illetve beépített és a tényleges teljesítmény

(fogyasztás) megvizsgálandó. A beépített teljesítménynek ugyanis nagyra kell lennie, hogy a tömegek megmozgatását, felgyorsítását el tudja végezni. Az egyes keverendő és más hasonló megforgatandó tömegek igen nagyok.

A motorok az ismert poros és lúgos üzemre való tekintettel zárt, köpenyhűtéses kivitelben készüljenek. A fenntartási szempontból nem peremes, hanem talpas kivitel a kívánatos, hogy a csere illesztési munka nélkül gyorsan legyen elvégezhető. A zárt kivitelre vonatkozó megjegyzésünk természetesen érvényes a különböző kapcsoló és biztosító berendezésekre is.

A villamos berendezésnél a *világítás* bőségesre tervezendő. Ez nemcsak a munkaviszonyokat javítja, a nagy sötét terek nyomasztó hatását küszöböli ki, hanem a balesetek számát is csökkenti. A sok vastómegre, folyadékra való tekintettel a dugaszoló, általában a kézbevehető lámpák, vagy készülékek feszültsége az áramutak megelőzés végett legfeljebb 24 V-os legyen.

Nem lenne teljes a tervezők munkája, ha egy új gyárnál nem gondolnának a timföldgyár mellé települő *kiegészítő üzemekre*, mint pl. *vörösiszap feldolgozó*, a *vanádium kinyerő* berendezésre stb.

A *belső szállítás* tervezésénél a szokásos szállítóberendezések — darabos és porszerű anyagokra elemes szalag, gumiszalag, elevátor, szállítócsille, szkip stb.; a lisztszerű, porszerű anyagokhoz szívó ventilátorok és csővezetékek; a folyadékok, zagyok és iszapok szállítására centrifugális szivattyúk és a hozzávaló csővezetékek stb. — mellett gondoskodni kell a sűrített levegővel való szállításról is. Ez bauxitlisztre és timföldre, de általában a kalcináló üzemmel összefüggő anyagok szállítására alkalmas. Sűrített levegő fogyasztásuk aránylag csekély. Egyes üzemszettekben, ahol nagyobb súlyok emelése, mozgatása szükséges, mint nátronlúgoló, rezsműhely, kompresszorház stb. gondoskodni kell futódarukról egyrészt a műhely, vagy üzem szükségleteinek kiszolgálása, másrészt a szerelések lehetővé tétele végett.

Mielőtt a többi tervezési csoportra áttérünk, két dologgal kell foglalkoznunk:

Általában az *egészségügyi* előírások és szociális intézkedések gondosan betartandók, de különösen a helyiségek *portalánítása* rendkívül fontos. Ez azonban csak az egyes munkahelyektől közvetlen porszállítással valószínűsíthető meg, mert ellenkező esetben az egész helyiségben általános porkavarodást idézünk elő, ami a dolgozók egészségét nem védi. Tehát pl. az őrlő- és szárítóhelyiség számára egy központi ventilátor szívja el külön a törő, külön az elevátorok, külön a kemencéből való kiömlésnél stb. a port megfelelő szívócsővek alkalmazásával. A por visszanyeréséről itt is gondoskodnunk kell.

A másik fontos tervezési terület a *csővezetékek* korszerű tervezése. Sok száz tonna cső és kb. 20 km csővezeték szolgálja ki a technológiai folyamatokat. A csőkeresztmetszeteket úgy választjuk meg, hogy a lúgos és iszapos folyadékok sebessége a csővekben 1—1,5 m/sec. legyen. A görbületeknél, könyököknél nem szabad kő sugarakat venni; ezek legkisebb értéke legalább 3 d legyen. A csővek túlnyomó része szigetelendő hővesztés ellen. Természetesen megfelelő hőtágulási lehetőségekről gondoskodni kell. Armatú-



rák, szelepek, tolattyúk stb. tartalékolásáról észszerűen kell gondoskodni.

Az így elgondolt és okszerűen elrendezett technológiai berendezés köré kell emelni az épületeket. Az építészeti rész mindenben alkalmazkodjék a technológiai szempontokhoz. Szépészeti, esztétikai szempontból csak annyi megkötést kell tennünk, hogy a gyár jellege kidomborodjék, de nyugodt és derült benyomást tegyen a benne dolgozóakra. Világítási, szellőzési, közlekedési, üzembiztonsági szempontokat ne rendeljünk alá a homlokzat kiképzésének.

Ugyanezek az alapelvek érvényesítendők a mélyépítési létesítményeknél is.

Ezek közül egyik nagyfontosságú létesítmény a vízellátást biztosító berendezés. Mint említettük, a timföldgyár vízszükséglete igen nagy. A vízellátást négy főcsoportra lehet osztani, nemcsak vezeték, hanem víznyerés szempontjából is:

- a) általános gyári üzemi vízszükséglet (ipari víz).
  - b) erőműtelep vízszükséglete.
  - c) ivóvíz,
  - d) használati víz (mosdók, W. C. fürdők, stb.).
- a) Az általános gyári üzemi vízszükséglet a 100 000 to/év timföldtermelés mellett kb. 50 000 m<sup>3</sup>/nap-1 tonna timföld előállításához 20° C-os vízhőmérséklet mellett az alábbi üzemi vízmennyiségek szükségesek.

vákuumbepárlók hűtése	.. ..	80 m <sup>3</sup>
aluminát és sűrűlég-hűtés	.. ..	60 "
pótvíz	.. ..	10 "
egyéb hűtővizek (kompresszorok, légszivattyúk)	.. ..	10 "
erőmű nyersvízszükséglete	.. ..	5 "
egyéb melléküzemek, vontatás stb.	.. ..	10 "

összesen: 175 m<sup>3</sup>

Ez a vízmennyiség az ipari víz hőmérsékletének változásával nagymértékben módosulhat. Az üzem vízellátása általában három módon történhet a helyi adottságok szerint: éspedig folyóvízből, kutakból, végül természetes, vagy esetleg mesterséges tóból.

A timföldgyáraknál is, ahol a rendelkezésre álló vízmennyiség korlátolt, szokásos a felmelegedett hűtővizek visszahűtése hűtőtornyok segítségével, a hűtött vizet frissvízzel keverve ismét felhasználják a megfelelő helyeken. A hűtőtornyoknál egy bizonyos veszteséggel számolni kell, ami — különösen szeles időjárásnál — elérheti a hűtővízmennyiségnek 10%-át is. A hűtőtornyok alkalmazásánál a folyóból, kútból, vagy tóból kivételezendő vízmennyiség csökken ugyan, de maga a szállítandó vízmennyiség növekszik, mert a hűtendő készülékek vízszükséglete a nagyobb hőmérsékletű vízből nagyobb, ugyanis a hűtőtornyokból kikerülő víz hőmérséklete a levegő hőmérsékleténél 2—3° C-szal nagyobb, így tehát nyári melegben, amikor a vízforrások hozama is csökken, nem szolgáltat kellő alacsony hőmérsékletű vizet. A vízszállításban a hűtőtorny megakartatást nem jelent, mert a hűtendő vizet szivattyú segítségével kell juttatni a hűtőtornyba.

- b) Az erőmű vízellátását igen nagy biztonsággal kell tervezni és kivitelezni, nemcsak a gyári üzemi foly-

tonossága, hanem a kazánok épsége miatt is. A víznyerő berendezésnek önállóan és gondos körültekintéssel készültnek kell lennie. Célszerű 3 teljesen egyenértékű szivattyúberendezést beépíteni, hogy egy működjék, egy lehessen javítás alatt, s egy teljesen üzembiztonságban álljon tartalékként. Fokozni lehet és kell a biztonságot azzal, hogy az ivóvíz-vezetékéből is legyen az erőmű számára víz nyerhető. Ekkor azonban ügyelni kell arra, hogy a kazántelevől víz ne juthasson az ivóvízvezetékbe, tehát csak szabad kifolyással táplálhassunk vizet a kazántelev nyersvízéhez. A teljes, kb. 100 to/óra gőzmennyiségből megfelelő berendezés esetén kb. 90% visszatérül. A tervezésnél azonban a teljes szükséglettel számoljunk.

- c) Az ivóvíznek kifogástalannak, baktérium-, lúg- és egyéb szennyező anyagoktól mentesnek kell lennie és a körülményektől függően vagy teljesen külön kútból, vagy a közületi vízvezetékéből származzék. Bőséges ivóvízcsap legyen minden üzembiztonságban, tekintettel az üzem meleg jellegére. Az ivóvíz egészségügyi szempontból állandóan ellenőrzendő.
- d) A használati víz, tehát a mosdó, W. C., fürdők, konyha, stb. vize esetleg az ivóvízvezetékkel kombinálható. Mennyisége az egészségügyi előírásokkal függ össze. Mindenesetre, ha az ivóvízellátás a használati víz bekötése által különösen a nyári hónapokban veszélyeztetve van, vagy külön víznyerő berendezésből, vagy az a) alatti vízellátásból legyen nyerhető.

A csatornázás létesítése igen széles skálájú lehet. Három főcsoportra kell gondolni:

- a) üzemi (gyári) elvezetendő szenny-, ill. hűtővizek,
  - b) használati (mosdó, W. C. stb.) szennyvíz,
  - c) csapadékvíz.
- a) Az üzemi szennyvíz, ami lényegében elfolyó hűtővíz, elvezetése függ a helyi viszonyoktól. A gyár területén feltétlenül zárt csatornában vezetendő. A felvevő csatorna távolságától, kiképzésétől függően nyílt, vagy zárt csatornában vezetendő tovább. Előnyösebb, különösen hosszabb távon a nyílt csatorna, mert nemcsak olcsóbb, hanem az eldugulás veszélye sem áll fenn.
  - b) A használati szennyvizet zárt csatornában kell vezetni, s vagy a közmű csatornájába kell bekötni, vagy az ipari víz csatornájában csatlakoztatni. Ha nyílt csatornában vezetjük tovább, biológiai szennyvíztisztító berendezés beépítése szükséges.
  - c) A csapadékvíz zárt csatornában való elvezetése igen költséges, de szükséges.

Az utak egyrészt a bekötőutak, másrészt a gyáron belüli közlekedési utak. Az előbbieknél az országos rendszerben úgy kell beleilleszkedniük, hogy a gyár nem vasúton lebonyolítandó szállításait, a legkedvezőbb körülmények mellett tegyék lehetővé. Lehetőleg főútvonalhoz kapcsolódjék, de ha ez nem lehetséges, akkor attól ne legyen távol. A belső közlekedés az üzemhelyek rendeltetésével függ össze, de mindenesetre körforgalom legyen lehetséges, hogy zavar és idővesztés nélkül legyen elérhető bármelyik üzemrész. Az 1. sz. ábra erre is utal.

Az utak burkolata beton, vagy más ezzel egyenértékű kemény burkolóanyag legyen.



A *vasúti iparvágány* alaposabb tanulmányt igényel. Néhány alapelvet kell lerögzíteni ahhoz, hogy helyesen tervezhessük meg. Legfontosabb, hogy a legközelebb fekvő vasúti állomástól olyan elágazással létesüljön, hogy a kocsik kiállítását az egyéb vasúti forgalom ne befolyásolja. A nagy forgalom miatt „rendező pályaudvar” létesítése szükséges. Ez lehetőleg ne legyen az állomástól 2–3 km-nél távolabb és feltétlenül körforgalommal legyen a gyári iparvágányból elérhető. Ezáltal kiküszöbölhető a felesleges kocsi-tolatás, ami időmegtakarítást és a forgalom meggyorsítását jelenti.

Ezek mellett a főfeltételek mellett lehet foglalkozni a részletes tervezéssel. A beérkező és a kimenő teherkocsik 4 főszállítási anyaga: bauxit, szén, timföld és vörösiszap. Ezekon kívül vannak a kisebb mennyiségű anyagok: nátronlúg, mész, olaj, cserélendő gépek, üzemberendezési, fenntartási anyagok stb.

A bauxit egyenesen a bauxitszerűhöz irányítandó. A szén két főrendeltetéssel érkezik be: az erőmű és a gázgenerátor részére. Ezek széntere lehet közös vagy különálló. A kirakodás gépi úton történik. A vágányokat úgy kell elrendezni, hogy egy-egy széntér mellett hosszabb ideig állhasson a szénszállító vonat anélkül, hogy a forgalmat zavarná. Célszerű a széntér közepén is végigvinni egy vágányt, hogy a gépi kirakodás üzemzavara esetén a kézi kirakodás gyorsan és egyszerűen megtörténhessék. A vágányhossz méretadásánál tekintettel kell lenni irányvonalokra. A timföld elszállítása külön vágányrészen történik, hogy a már említett szilókból való rakodás akár különleges vagonokba, akár zsákokba a forgalom zavarása nélkül bonyolódhassék le.

A bevezetőben említettük, hogy a gyártelep lehetőleg sík területen települjön. A vasút-tervezésnél ennek, mint tudjuk, nagy fontossága van.

Evi kb. 40–45 000 egyenként 20 to hordképességű vagonnal kell számolni, tehát teljesen egyenletes szállítás mellett is átlag 120–130 napi vagonforgalomról lehet szó. A csúcsok esetén a forgalom napi 300 vagonra is fel nőhet. Ehhez megfelelő tolatómozdony parkról, legalább 4 db megfelelő nagyságú mozdonyról kell gondoskodni, amihez jól felszerelt mozdonyrész, üzemanyag-tároló berendezés stb. kell. Kellő számú és teherbírási hídmérleg is szükséges.

A nagy forgalomra való tekintettel a felépítmény korszerű és bőségesen méretezett legyen.

A *mélyépítési létesítmények bővítésének* lehetőségét is figyelembe kell venni a tervezésnél:

A vízellátásnál nagyobb keresztmetszetű főcsövezetékkel, a csatornánál bő keresztmetszetű zárt csatornákkal, az utaknál a bekötési lehetőségekkel, az iparvágánynál a rendező pályaudvar bővítési, a szénterek nagyobb mértékű ellátási lehetőségével, de valamennyi vágányzatnak a későbbi létesítményekhez, épületekhez való illeszkedésével kell számolni. Ez utóbbi kívánság nem valósítható meg teljesen, de a tervezésnél gondolni kell erre is.

Néhány *jellemző számot* közlünk egy új gyár létesítéséhez szükséges hely- és anyagszükségletéről.

Az 1. sz. ábra szerint a gyár szorosabban vett területe kb. 240 000 m<sup>2</sup>, amiből ténylegesen kb. 50 000 m<sup>2</sup>, tehát 16–20% van beépítve. Ezek a számok kb. megfelelnek annak az értéknek, hogy egy új gyárnál

minden évenkénti tonna timföldre kb. 10 lég-m<sup>3</sup> jut. Ebben benne van az erőmű is.

Az anyagszükséglet mutatószámai: 1 to/év timföldre kb. 0,5 to beépített vas kell, amiből 0,24 to a szelvényvas és lemez, 0,08 to cső, 0,03 to armatúra és öntvény, 0,15 to betonvas és általában építészeti vasanyag.

## II. Meglévő gyár bővítése

A növekvő alumíniumszükséglet miatt állandóan számolni kell azzal, hogy meglévő gyár kapacitását kell növelni a gyár bővítésével. Az első kérdés, ami ezzel kapcsolatban felmerül, hogy nem olcsóbb, gazdaságosabb-e egy új gyárat létesíteni és annál a korszerűsítést teljes egészében érvényre juttatni. Egy működésben lévő gyár adottságai általában azt mutatják, hogy a meglévő gyár bővítése gazdaságosabb, mert sok olyan beépített berendezés, vezeték stb. áll rendelkezésre, melyek úgyszólván változtatás nélkül szolgálják ki a bővített gyárat is. Függ ez természetesen a bővítés mértékétől, illetve arányától is. De még egy igen fontos szempont szól általában a bővítés mellett: a kiképzett vagy betanított dolgozók kérdése. Új gyár esetén egészen új káderek kellenek az összes műszaki, felügyeleti és ellenőrző közegekkel, míg a meglévő gyár bővítése esetén nem kell olyan létszámszaporítás, mint amekkora a bővítés aránya. Pl. egy üzem kapacitásának 100%-kal való megemlése a dolgozók létszámának 45–55%-kal való szaporítását teszi szükségessé. Ennek is legnagyobb része be nem tanított dolgozókból kerül ki.

A bővítendő gyár tervezésénél az első elengedhetetlen feladat a meglévő gyár területéről, épületeiről, fontosabb berendezéseiről *pontos és részletes felvétel, felmérés készítése*, aminek alapján gondos terv készítenő, még ha ilyenek rendelkezésre is állnak és a gyár eredeti tervei a tényleges helyzettel egybevetendő.

Ennek és a tényleges helyszíni megfigyelésnek a birtokában a gyárvezetőséggel való szoros együttműködésben üzemhelyenként megállapítandó a bővítés előírt vagy kívánt aránya alapján a bővítés mértéke gépek, berendezések, épületek szempontjából. Gondolni kell természetesen az esetleges későbbi továbbbővítés, vagy későbbi korszerűsítés lehetőségével és szükségességével is.

Megfontolandó a bővítéssel párhuzamosan megvalósítandó *korszerűsítés és észszerűsítés (modernizálás és racionalizálás)*. Ha ugyanis a gyár berendezése annyira korszerűtlen, vagy leromlott állapotban van, hogy a korszerűsítés túlságosan költséges lenne, akkor már érdemes külön számítást végezni egy új gyár létesítésére vonatkozóan.

Vannak azonban olyan átütő természetű korszerűsítések, melyek a gyárban való alkalmazásra bővítés *nélkül* is megértek már és ezek a bővítéstől elkülönítve kezelendők. Ilyen lehet pl. a mechanikus kikeverés helyett a légkikeverési módszer alkalmazása; a bauxit szárítása és őrlése helyett a nedves őrlés; az iszap ellenáramban való kimosása stb.

A beruházás költségeinek helyes megítélése végett felállítandó volna tehát a pontos mérleg az alábbi szempontokból:



- a) csak bővítés,
- a) bővítéssel összefüggő egyszerű felújítás,
- c) bővítéssel összefüggő kapacitást növelő korszerűsítés,
- d) bővítéssel össze nem függő korszerűsítés, mely a bővítési felvonulás előnyeit kihasználva valószínűsíthető meg.

Mint az alábbi vizsgálat mutatja, a határok nem vonhatók meg élesen:

- a) A szigorúan csak bővítést jelentő beruházás alig adható meg egy bővítésnél. Annyi vonatkozásban függ össze minden új berendezés a már meglevő gyár egyéb berendezéseivel vagy a fejlődő technológiával, hogy legfeljebb csak arról lehet szó, hogy azt tekintjük „bővítés”-nek, melynek túlnyomó része (95—98%) bővítés. Pl. legtisztább bővítési objektum lenne egy kalcináló kemence. De ez sem áll meg önmagában, mert egyrészt a kiszolgáló berendezései stb. révén bekapcsolódik a meglevő berendezésekbe, másrészt a régi és új gyár *tartalékvizonyait* annyira megjavítja (helytelen intézkedés révén elronthatja), hogy részben a fenti c) alatti csoportba tartozhat.
- b) Idetartoznak a csővezetékek — lűg, gőz, gáz, víz, csatorna stb. — vagy pl. az iparvágány átépítésének nagy része. Ezekhez nem kellene hozzányúlani évtizedekig sem, azonban a bővítés folyamán amúgyis meg kell őket bolygatni és a dolog természetében rejlő okok miatt az ilyen megbolygatott szerkezetek többé nem teljesítik régi feladatukat, hanem helyesebb azokat részben vagy egészben felújítani.
- c) Sokszor a bővítés magával hozza, hogy új technológiát akarunk bizonyos munkafolyamatoknál alkalmazni. Ilyenkor észszerű a régi, egyébként még használható berendezést is korszerűsíteni. Példa erre a légkikeverők alkalmazása. Évek óta használták a gyárban a mechanikus kikeverőket. Az új gyár-részben pl. légkikeverők vannak tervbe véve. Minthogy ennek műszaki és gazdasági előnyei nyilvánvalóak, a régi gyár meglevő berendezéseit is át kell alakítani — annál is inkább, mert az egész kikeverőberendezést úgyis megbolygatta a bővítés. Ezt indokolja az üzemeltetés szükséges egyenletessége, ami a technológiai folyamat egyik alapvető feltétele.
- d) A bővítéstől úgyis szólnán teljesen független beruházásokat is megemlítenek, hogy teljes legyen a kép. Ezek ugyanis az ott felvonuló különböző iparágak jelenlétét használják ki, hogy gazdaságos legyen az építés, vagy a szerelés. Legtöbbször a beruházási tervbe volt célszerű ezeket beépíteni. Ilyenek lehetnek pl. az egészségügyi korszerűsítések, vagy más tüzelési módok (szén, vagy olaj helyett gáz) alkalmazása, esetleg rakodó és szállító berendezések a kézimunka kiküszöbölésére stb.

Nem ok nélkül foglalkoztunk ezzel a kérdéssel ilyen részletesen. Amint látjuk, a négy eset határai meglehetősen elmosódtak. Sőt százalékosan sem lehet az egyes beruházások hovatartozását pontosan megállapítani. Ez arra int, hogy a bővítési beruházás-

soknál *magasabb* szempontok az irányadók, mint az egyszerű filléres vagy forintos mérleg. Csak egynek kell igazolódnia az előzetes rentabilitási számításoknál: a *teljes* bővítési beruházási költséggel együtt a régi és az új gyár olcsóbb-e, mint egy ugyanilyen kapacitású egész új gyár, annak összes vele összefüggő beruházásaival együtt. Ezzel kapcsolatban mérlegelni kell az önköltség alakulását.

Magának a *bővítésnek tervezése* nagyrészt az adottságoktól függ, de az alapelvek az I. részben leírt új gyár tervezéseivel azonosak. Itt tehát nem ismétljük azokat, csupán egyre mutatunk rá külön, az erőmű, a kazánteleg kérdésére. A bővítés egyik sarokpontja ugyanis a meglevő erőteleg felhasználásának, helyesebben mondva kihasználásának a biztosítása, ha másképp nem, mint állandó, de megbízható tartalékként.

A fent körülírt alapelvek szerint akár egy egészen új gyár, akár egy gyár**bővítés tervezésének lényeges** kivitele többféle módon történhet az adottságok szerint. Például egyik működő timföldgyár műszaki keretét használjuk fel erre, vagy új tervező irodát állítunk fel a tervezés és az építés idejére. A feladat nagyságát érzékeltetendő, az alábbiakban állítjuk össze *egészen* szemantikusan az elvégzendő tervezési munkák fajait:

#### 1. Előkészítő és általános tervezés.

- 11. Alapvető számítások és vázlatok.
- 12. Körülbelüli helykijelölés.
- 13. Hidrológiai vizsgálat.
- 14. Talajvizsgálat.
- 15. Telepítési, városrendezési, közlekedési viszonyok részletes tanulmányozása.
- 16. Felmérések, geodéziai munkák.
- 17. Általános elhelyezési tervek.

#### 2. Gyártó berendezés.

- 21. Általános technológiai terv.
- 22. Egyes üzemrészek, berendezések tervei.
- 23. Egyes üzemrészek, berendezések részlettervei.
- 24. Csővezetékek, armatúrák, szivattyúk, kompresszorok.
- 25. Szállítóberendezések (szalagok, elevátorok, csigák stb.).
- 26. Tüzelőberendezések (gáz-, olajkemencék).
- 27. Porleválasztó, elszívó-berendezések.

#### 3. Magasépítési rész.

- 31. Épületek a gyártó berendezések számára.
- 32. Épületek a segédüzemi berendezésekhez.
- 33. Belső közlekedés, lépcsők, átjárók stb.
- 34. Tartó és vasszerkezeti elemek.

#### 4. Mélyépítési rész.

- 41. Vízellátás.
- 42. Csatornázás.
- 43. Ut (bekötő- és belső utak).
- 44. Iparvágány.

#### 5. Segédüzemi berendezések.

- 51. Laboratóriumok.
- 52. Rezsiműhely.
- 53. Mozdonyszínek és hasonlóak.
- 54. Raktárak.



6. Gázgenerátortelep (gázellátás).
  61. Fejlesztőberendezés.
  62. Vezetékek, elosztás.
  63. Szénellátás (széntér, daruk stb.).
  64. Salakeltávolítás.
7. Erőmű (gőzellátás).
  71. Kazántelep.
  72. Gőzfelhasználás, gőzelosztás.
  73. Szénellátás (széntér, markoló, rakodódaruk szállítószalagok stb., stb.).
  74. Salakeltávolítás.
8. Villamosenergia.
  81. Energia átalakítás.
  82. Energiaszétosztás.
  83. Fogyasztóhelyek: erőátvitelnél.
  84. Fogyasztóhelyek: világításnál.
  85. Egyéb villamosenergia felhasználás.
9. Igazgatási, szociális, egészségügyi, kulturális létesítmények.
  91. Igazgatóság, vállalatvezetés.
  92. Adminisztráció, rendészet, párt, szakszervezet
  93. Szociális berendezések (fürdők, konyha, étterem).
  94. Egészségügyi berendezések (orvosi, mentőszolgálat stb.).
  95. Vagyonvédelmi berendezések (tűzoltóság stb.).
  96. Kulturális létesítmények (kulturterem stb.).

Hely és idő kimérése végett rendkívül vázlatosan tártuk fel az elvégzendő feladatokat. Pl. a 73. alatti „szénellátás” szóban a tervezési munkák tömkelege foglaltatik: helyes iparvágány elhelyezés, széntér, rakodó-markolódaru, vízszintes szállítószalag mozgó bunkerekkel, feladóbunker, ferde szénszállító szalag beépített szalagmérleggel, kazánházi szállítószalag elosztó kocsi stb. Ezeket mind külön-külön meg kell tervezni, sőt mindenről a kivitelezési, műhelyrajzot is el kell készíteni. A 22. és 23. alatti tervezési csoportban pedig olyan tömegű gép, tartány, keverőberendezés, lazító, forgató stb. készülék, szerkezet foglaltatik, melyek tervezése, szerkesztése nem egy, de sok tervező és szerkesztő munkáját jelenti.

Ezek ismeretében tehát felvethető a kérdés: meddig menjen el az az általános tervező iroda, mely az alapvető terveket készíti el? Ne túl messze! Legyen kezében a teljes technológiai terv, a magasépítésből az épületek alapvető, de már szerkezeti részeket, tartó elemeket is feltüntető tervei, az összes többi tervezés kellő időben való irányítása és koordinálása. Az összes többi tervezési munka már külön altervező irodáknak, csoportoknak a munkája legyen, de hangsú-

lyozzuk, hogy műhelyrajzok elkészítése nem lehet a tervező feladata. A különleges és részletkérdések megoldása az ezen célból életrehívott és már így profilírozott tervező irodák feladatát kell, hogy képezze.

A helyes *ütemezés* az egész tervezés fordulópontja. A sokféle tervezés egymásra nem várhat, de azt sem lehet megengedni, hogy egyik, vagy másik tervezési csoport feleslegesen dolgozzék, mert terve egy másik tervezési ágak megoldhatatlan nehézségeket okozna és ezért az egész munkát figyelembevételre, helyesebb, ha áttérve az eddig végzett munkáját. Ez persze nagyrészt megelőzhető az alapvető terv (sémánkban 15., 17. és 21. alattiak) helyes és gondos elkészítésével és a részletek kellő időben való rendelkezésre bocsátásával.

Általában és így a tömföldgyár tervezésénél is soha nem szabad szem elől téveszteni a tárgyilagosságot. A kérdéseket nem szabad szűk látókörűen megítélni, hanem csak az egész népgazdaság szükségleteinek és lehetőségeinek mérlegelésével, mert így és csakis így teszünk eleget műszaki kötelezettségeinknek s végső fokon tervünk maradéktalan teljesítésének.

### Összefoglalás

A tanulmány nem a technológiai eljárást, hanem magának a tervezésnek helyes szempontjait és alapelveit ismerteti. Fontos és döntő a hőenergiagazdálkodás észszerűsítése, minthogy a nagy gőzszükséglet mellett az elektromos energiafogyasztás aránylag kicsi. A technológia tervezőjének a gyár és építészeti tervezőjével való szoros együttműködése szükséges. A telepítés szempontjai: a bauxit- és a szénfogyasztáshoz képest mennyiségben a vízfogyasztás igen nagy s ezért a víznyerés jelentősége fontos. Egyébként a gyár nagykiterjedésű, különösen, ha a későbbi bővítés lehetőségére is előre gondolunk. Az emberi munkaerő kérdése. A bauxit szállítása, tárolása, törése, szárítása, őrlése. Bekeverés, feltárás, ülepítés. Kikeverésnél a légkikeverés gazdaságossága. A hidrátszűrés és mosás. A kalcináló- és a szárítókemencék tüzelőanyaga: olaj-, föld- vagy generátorgáz. A lúgbesűrítés jelentősége. (Melléktermékek feldolgozása.) Segédüzemek: laboratóriumok, gépműhely, raktár. Igazgatósági, adminisztrációs, szociális, egészségügyi, kulturális berendezések. A helyes tartalékok kérdése. Erőmű. Villamos energia. Belső szállítás. Vízellátás: ipari víz, erőmű vízszükséglete, ivóvíz, használati víz. Csatornázás: üzemi (hűtővíz); használati szennyvíz, csapadékvíz. Utak. Iparvágány. Meglévő gyár bővítése; az ezzel összefüggő korszerűsítési és észszerűsítési folyamat. A tervezés tényleges kivitele. Az elvégzendő tervezési munkák sematikus összeállítása.



## Kísérletek a vörösiszap rádióaktív anyagtartalmának kinyerésére

MÉHES KÁLMÁN ÉS MACHER FRIGYES

Az „Alumínium” augusztusi számában beszámoltunk arról, hogy a bauxit feldolgozási termékei közül a vörösiszapban a rádióaktív anyagtartalom bizonyos fokú dúsulását észleltük (2.). Tömeg- és ólomabszorpciós méréseink pedig azt mutatták, hogy a bauxit intenzív rádióaktív sugárzása túlnyomóan tóriumtól és bomlástermékeitől ered (1. és 2.). Méréseinket Geiger—Müller-rendszerű számlálócsővel végeztük. Jelen méréseinkhez bétaérzékeny, grafithegyszeres mikroszámlálócsövet használtunk, amelyet *Budin-csevi*s A. készített és bocsátott rendelkezésünkre. A fotonok zavaró hatásának kiküszöbölésére a számlálócsövet a mérendő anyaggal együtt, fekete kartondobozzal, ill. kisebb terjedelmű anyag mérésénél fénymentes fém védőkupakkal fedtük le. A méréseket 20 perces időtartammal végeztük és minden anyagsugárzásmérés előtt és után mértünk kozmikus sugárzást, hogy ezáltal is ellenőrizzük készülékünk áramkörének stabilitását. A kozmikus sugárzást minden esetben olyan elrendezésben végeztük, amilyen elrendezésben az illető anyag mérése történt.

A sugárzó anyag további dúsítása céljából 0,75 kg vörösiszapot (a.) nem túlnagy fölöslegben cc HCl—ccHNO<sub>3</sub>-ban oldottunk, majd kénsavval bepároltunk. Mivel a tóriumsók nehezen tárolódnak, azt reméltük, hogy a nagy mennyiségben jelenlévő vasat nagyrészt kioldva, sikerülni fog a tóriumot az oldatlan részben megtalálni. A bepárolt mennyiséget cc HCl-lel felvéve, az oldatlan résztől leszűrtük. Ellenőrzésképpen a leszűrt részből a Fe-ot ammóniával kicsaptuk (b.) — a tórium ugyanis a vascsoport fémeivel együtt válik ki —, majd az oldatmaradékkal együtt (c.) számlálócsővel megmértük. A sugárzó anyagot várakozásunknak megfelelően az oldatlan maradékban (d.) találtuk meg. Mérési adatainkat az alábbi táblázatok tüntetik fel. (n alatt a műszerről közvetlenül leolvasott impulzusok számát, K alatt a kozmikus sugárzás okozta beütéseket találjuk).

Sorrend	A vizsgált anyag	n	$\Delta t$	n-K	I=imp/perc
—		K= 292	20 perc	—	—
a.	vörösiszap (0,75 kg)	744	„	452,2	22,6
—		K= 287	„	—	—
b.	vasmaradék	372	„	80,2	4,0
—		K= 290	„	—	—
c.	oldatmaradék	294	„	2,2	0,1
—		K= 299	„	—	—
d.	sósavval fel nem tárhható maradék	742	„	450,2	22,5
—		K= 291	„	—	—

$$\text{Kozmikus átlagérték } K = \frac{1459}{5} = 291,8$$

Hogy az oldatlan maradékból (e.) az esetleg még jelenlévő uránt eltávolítsuk, a továbbiakban konc. forró salétromsavval próbáltuk oldani. Az oldatot leszűrve, majd kis térfogatra bepárolva, gyöngye sugárzást észleltünk (f.). Figyelmünk kiterjedt az oldat leszűréséhez használt szűrőpapírra is (g.). A számlálócső körül hamu alakjában elhelyezett szűrőpapír, a salétromsa-

vas oldás utáni maradék sugárzásával megegyező impulzusokat adott a számlálócsőre, (lásd az alábbi táblázatot).

Sorrend	A vizsgált anyag	n	$\Delta t$	n-K	I=imp/perc
—		K= 318	20 perc	—	—
e.	Salétromsavas oldás utáni maradék	546	„	230,5	11,5
—		K= 313	„	—	—
f.	sósavval fel nem tárhható szilárd maradék salétromsavas oldata	354	„	38,5	1,9
—		K= 321	„	—	—
g.	szűrőpapír hamuja	570	„	254,5	12,7
—		K= 310	„	—	—

$$K = \frac{1262}{4} = 315,5$$

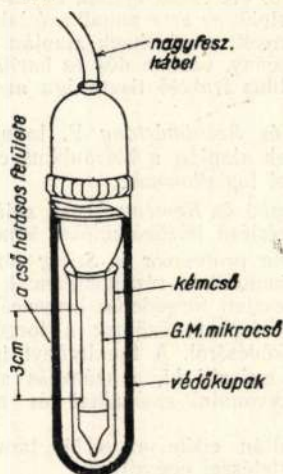
A táratlan maradékot platinatégelyben Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>-mal feltártuk. A Si-ot és a II. osztály fémjeit lecsapva (h.), az oldatot leszűrtük. A szűrletből a Fe-ot NH<sub>4</sub>(OH)-val kicsaptuk és a szűrőről híg H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>-gyel újra leoldottuk, majd a Fe-ot újra kicsaptuk. Mivel a Fe(OH)<sub>3</sub> egyrésze még mindig a szűrletbe ment, új szűrőpapíron másodszor is leszűrtük. A vashidroxidot mindkét esetben a szűrőpapírról leválasztva, sem a maradék szűrletben (i.), sem magukban a csapadékokban (k. és l.) rádióaktivitást nem észleltünk. (Megjegyezzük, hogy a szűrőpapírokat csak kissé mostuk ki.) A rádióaktív anyag után nyomozva, feltettük, hogy talán a tóriumvegyületeket is, mint az uránvegyületeket, szerves anyagok adszorbeálják. Feltevésünk úgylátszik helyesnek bizonyult, mert a szűrőpapírok (cellulóze) hamujában nagyarányú dúsulást észleltünk (m. és n.). Az ellenpróbaaként elégetett szűrőpapír hamuja nem mutatott sugárzást.

Sorrend	A vizsgált anyag	n	$\Delta t$	n-K	I=imp/perc
—		K= 292	20 perc	—	—
h.	szilárd feltárt maradék (SiO <sub>2</sub> +II. oszt.)	393	„	96,9	4,8
—		K= 298	„	—	—
i.	maradékszűrlet	298	„	1,9	0,5
—		K= 288	„	—	—
k.	első szűrlet csapadékja	294	„	—2,1	—0,1
—		K= 302	„	—	—
l.	második szűrlet csapadékja	301	„	4,9	0,2
—		K= 294	„	—	—
m.	első szűrőpapír	1064	„	767,9	38,3
—		K= 295	„	—	—
n.	második szűrőpapír	1514	„	1217,9	60,8
—		K= 304	„	—	—

$$K = \frac{2073}{7} = 296,1$$



Ezután megvizsgáltuk, hogy mennyi az a vörösiszap minimum, amivel még számlálócsöves mérések végezhetők. A méréshez használt elrendezést az alábbi ábrán mutatjuk be.



1. ábra.

Az ábrán látható kémcsőnek a számlálócső által el nem foglalt részét teljesen kitöltő vörösiszap súlya 10,9 gramm volt. Ez a kis mennyiség alig kevesebb beütést adott a számlálócsőre, mint 0,75 kg-os kiinduló anyagunk, amelynek a méréséhez egy 1000 cm<sup>3</sup>-es főzőpoharat használtunk. Itt a pohár hossz tengelyében helyeztük el a számlálócsövet. A 10,9 gramm súlyú vörösiszapot (o.) kb. 1:1:1 arányban, mintegy 200 cm<sup>3</sup> cc HNO<sub>3</sub>—HCl—H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> keverékében, melegben feltártuk. Az oldatlan részt leszűrve, a tártatlan részben (p.) sugárzást nem észleltünk. Ekkor megkíséreltük az oldatból a sugárzó részt elkülöníteni. Az oldatból a kvalitatív kémia módszere szerint oxálsavval lecsapott tóriumoxalát (r.) azonban olyan kis mennyiségű volt, hogy megmérése technikailag nem volt lehetséges.

Egy másik 11 grammos vörösiszap (s.) mennyiséget platinatégelyben K—NaCO<sub>3</sub>-mal tártunk fel, majd a Si-ot a szokott módon elválasztottuk. A szóddával feltárt Si-ban (t.) a rádióaktív anyag feldúsult.

Sorrend	A vizsgált anyag	n	$\Delta t$	n-K	I=imp/perc
—	o. vörösiszap (10,9 gr.) . . . . .	K = 283	20 perc	—	—
—	—	618	„	336,7	16,8
—	p. oldatlan maradék . . . . .	K = 278	„	—	—
—	—	284	„	2,7	0,1
—	r. oxálsavas csapadék . . . . .	K = 287	„	—	—
—	—	nem volt mérhető	„	—	—
—	s. vörösiszap (11 gr.) . . . . .	K = 282	„	—	—
—	—	620	„	338,7	16,9
—	t. szóddával feltárt Si . . . . .	K = 286	„	—	—
—	—	1002	„	720,7	36,0
—	—	K = 272	„	—	—

$$K = \frac{1688}{6} = 281,3$$

Végeredményben tehát sikerült a vörösiszap sugárzó anyagtartalmát mind a 0,75 kg-os, mind a

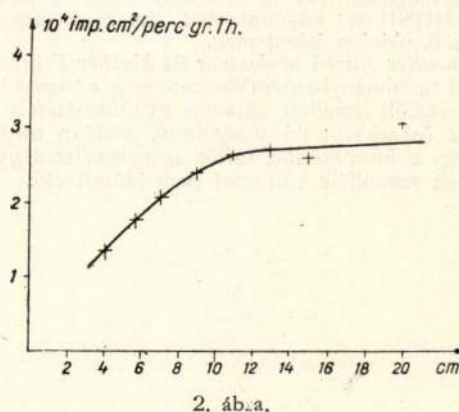
11 gr-os vörösiszap alapmennyiségeknél feldúsítanunk. A kinyert rádióaktív elemtartalmú anyagot azonban kis mennyiségénél fogva I. Sz. P. 22-es kvarcspektrográffal nem lehetett meghatározni. Az idevágó vizsgálatokat Szádeczky—Kardoss G. és Vorsatz B. végezte.

A továbbiakban a vörösiszap nagyobb mennyiségének feltárását vettük tervbe, mivel legújabb kísérleteink arról győzték meg, hogyha a vörösiszapot csak cc H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>-gyel tárjuk fel melegben, erős kénsavgőzök megjelenéséig, az oldatlan részben — ami a kiinduló anyagnak mintegy 10 százaléka — a rádióaktív anyag feldúsul.

A mérésekhez használt Budincsevits-féle mikroszámlálócső érzékenységét Erő J. határozta meg. A meghatározás egy 0,35 gr súlyú és 21 mm átmérőjű tórium színfémlappal történt. A tóriumlemez nagy kiterjedése miatt az intenzitásnak és a távolság négyzetének a szorzata, a cső méreteihez képest nagy távolság esetében, állandó. Ekkor azonban a kis intenzitás miatt pontos mérést nem lehet végezni. Ezért az intenzitást különböző távolságoknál határoztuk meg és az így nyert Ix<sup>2</sup> görbét extrapoláltuk. Méréseink eredménye az alábbi táblázatról leolvasható.

X cm	n	$\nabla t$	n-K	I=im/perc	Ix <sup>2</sup>	Ix <sup>2</sup> /gr. Th.
—	K = 53	3 perc	—	—	—	—
4,0	926	„	876	292	4680	13300
5,6	637	„	587	195,5	6160	17500
7,0	487	„	437	145,5	7120	20400
—	K = 48	„	—	—	—	—
9,0	361	„	311	104	8390	24000
11,0	276	„	226	75,5	9100	26000
13,0	216	„	166	55,2	9340	26700
15,0	171	„	121	40,3	9100	26000
20,0	130	„	80	27,6	10600	30400
—	K = 50	„	—	—	—	—

$$K = \frac{151}{1} = 50,3$$



2. áb.a.

A diagrammról meghatározható a számlálócső érzékenysége. Ennek értéke:

$$2,8 \cdot 10^4 \text{ impulzus} \cdot \text{cm}^2/\text{perc} \cdot \text{gr} \cdot \text{Th.}$$

A magas (kétszeres) kozmikus értékek a cső túlfeszítéséből adódnak. A cső túlfeszítésére a kis anyagmennyiségek mérhetősége miatt volt szükség. Ellenőrző méréseink szerint a kozmikus sugárzás és az anyagsugárzás viszonya, mindössze 5% eltérést mutat a normál csőfeszültség melletti mérésektől. Az eredmények tehát reálisak.



## Idézett irodalom

1. Méhes K.—Csókás J.: A bauxitban lévő rádióaktív elemek meghatározásáról. Magyar Tudományos Akadémia Műszaki Tudományok Oszt. Közleményei. II. kötet, 2—3. sz. 1941—1942., pp. 271—274.

2. Méhes K.—Csókás J.: A bauxit és feldolgozási termékeinek rádióaktivitása. *Aluminium*, 1952. évi augusztusi száma, pp. 177—179.

## Kitüntetés

A Népköztársaság Elnöki Tanácsa eredményes munkája elismerésül Széki Jánosnak a Rákosi Mátyás Nehézipari Műszaki Egyetem fémkohászati tanszéke vezetőjének, a Magyar Népköztársasági Erdemrend V. fokozatát adományozta.

## Kinevezés

A Magyar Népköztársaság minisztertanácsa Mika Józsefet a miskolci Rákosi Mátyás Nehézipari Műszaki Egyetem bánya- és kohómérnöki karán az elemző kémiai tanszékre egyetemi tanárrá kinevezte.

## Lapszemle

Az *Acta Technica* III. kötet 3—4. számának második része a közelmúltban jelent meg.

A most megjelent rész Tarján Gusztáv professzornak szén mosásával foglalkozó tanulmányával kezdődik.

A cikk részletesen foglalkozik a szénnek mosással történő hamumentesítésével és a tisztított anyag kihoztalásával. A laboratóriumi eredmények alapján elméleti megfontolásokat is közöl.

A második tanulmány Székely János professzornak a csucsmi antimonérc feldolgozásának javítására irányuló, az 1940-es években lefolytatott laboratóriumi kísérleteivel foglalkozik. A közölt eredmények annál nagyobb jelentőségűek, mert a szerző által kidolgozott laboratóriumi eljárás megfelelő voltát a nagyüzemi próbagyártás is igazolta.

A harmadik tanulmányban Papp Elemér, Zombory László és Magyarossy István az alumíniumban történő hidrogén meghatározás új eljárását közli. A tanulmány az „*ALUMINIUM*” folyóirat 1951. évi 7—8. számában a 149. és 178. oldalon jelent meg.

Romwalter Alfréd professzor és Macher Frigyes érdekes rövid tanulmányban emlékeznek meg a Soproni Erőmű 50 évvel ezelőtti beépített villamos gyűjtősinének vizsgálatáról. Az összehasonlító vizsgálatok alapján megállapítható, hogy a huzamosabb, tartós igénybevétel a gyűjtősin szövetségében semmiféle változást nem idézett elő.

Ugyancsak Romwalter Alfréd professzor rövid tanulmányban foglalkozik a bánya-robbanást jelző újfajta készülékkel.

Tarján Gusztáv professzor és Pálffy G. tanulmányukban a rudabányai érc flotációjának egyes kérdéseivel foglalkoznak, ismertetik az erre vonatkozó laboratóriumi vizsgálatok eredményeit, amelyeknek alapján sikerült az ércből egy baritszegény, vasban dús és baritdús frakciót előállítani. A baritdús frakció tisztasága azonban nem volt kielégítő.

Gruber F. és Szentmártony F. tanulmányukban elvégzett kísérletek alapján a hidraulikus centrifuga egyes részletekérdéseivel foglalkoznak.

Bardócz Árpád és Kemény Árpád saját konstrukciójú elektronikus vezérlésű jelzőkészüléket ismertetnek.

Geleji Sándor professzor és Schey János kimerítő tanulmányban ismertetik a rézfinomításnak Geleji professzor által szerkesztett forgódobos kemencében való kivitelezését és számításokat közölnek a forgódobos kemence gazdaságos működéséről. A tanulmányt igen értékes hőmérlegsámítás egészíti ki, a számítás a kemence szerkesztőknek irányvonalul szolgálhat és nagy segítséget nyújt.

Horváth Zoltán cikke az előbbi tanulmányt termodinamikai ismertetéssel egészíti ki.

Geleji Sándor professzor és Kiss Ervin kísérleti munkák összefoglalásaként a hengerművek hűtőpadjainak méretezésével foglalkoznak. A közölt számítások és diagrammok a gépszerkesztőknek nyújtanak nagy segítséget.

Hegedűs Zoltán ércmikroszkóppal vizsgálta a rézfinomító kemencé bélést. A vizsgálatok alapján bebizonyítja, hogy a béléseben  $\text{CuO}$  beszívódások vannak,  $\text{Cu}_2\text{O}$  csak közvetlenül az olvadt fémme érintkező részben található.

Hevesi Gyula akadémikus tanulmányában szembeállítja a kapitalista világnak a munkára vonatkozó megszokott csoportosításával, mely szerint a munkát fizikai és szellemi csoportba osztja. A szocialista világrendben ez az elavult csoportosítás tarthatatlan. A régi csoportosítással szemben a szerző a szocialista világrendben az alábbi csoportosítást tartja helyesnek: alkotó munka, normál munka. Alkotó munkát végezhet minden olyan szellemi és fizikai dolgozó, aki átlagon felüli munkával újat teremt; a normál munka fogalma alá a szabványos, mindenki által elsajátítható működést sorolja. Az új munkacsoportosítással kapcsolatosan kimutatja az alkotó munkának a szocializmus fejlődésében való nagy szerepét. Ez az új csoportosítás támpontul szolgálhat az értékmérés helyzetének a kapitalizmusban való megítélésére, a szocializmusban pedig az újfajta jövedelemelosztás magyarázatára.

Az *Acta Technica* most megjelent száma 13 tanulmányával, — amelyeknek mindegyike az elméleti kérdések taglalásán kívül gyakorlati problémákkal is foglalkozik, — igen gondos szerkesztői munka eredménye.

Dr. Domony András.



# ALUMINIUM

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET FÉMKOHÁSZATI SZAKOSZTÁLYA  
ÉS A FÉMPARI KUTATÓ INTÉZET FOLYÓIRATA

IV. évfolyam

12. szám

## A FÉMPARI KUTATÓ INTÉZET KÖZLEMÉNYEI

52—53. SZÁM

### $\text{Na}_2\text{O}$ meghatározása meszes vörösiszapokban.

dr. ZOMBORY LÁSZLÓ és KENÉZ MIHÁLY

Ласло Зомбори и Михай Кенэз:  
Определение содержания  $\text{Na}_2\text{O}$  в известковом  
глинозёме.

Über die Bestimmung des  $\text{Na}_2\text{O}$ -Gehaltes im kalkigen  
Rotschlamm.

von L. Zombory und M. Kenéz

Determination of the  $\text{Na}_2\text{O}$ -Content in limy Red-mud.  
by L. Zombory and M. Kenéz

A H. C. Pfeffer-eljárással kausztifikált vörösiszapokból oncsere folytán a vörösiszap nátrontartalmának 60—70 %-át visszanyerik. Az eljárás eredményeinek értékeléséhez szükséges a kausztifikálás utáni maradék, az ú. n. meszes (vörös) iszap összes  $\text{Na}_2\text{O}$  tartalmának meghatározása.

A vörösiszapok  $\text{Na}_2\text{O}$  tartalmának megállapítása az üzemi laboratóriumokban általában úgy történt, hogy az iszapot  $\text{HCl} + \text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4$  keverékében oldották, a  $\text{SiO}_2$ -t, az összes oxidokat és a kalcium-oxidot leválasztották. A szüredéket bepárolták, az ammoniókat elűzték és a maradékot kevés kénsavval felvéve, szárazra párolták, végül legfeljebb 600 C°-on kizsították. A kapott maradékból ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$  + esetleg  $\text{MgSO}_4$ ) a külön meghatározott  $\text{MgO}$  értéknek megfelelő  $\text{MgSO}_4$  mennyiséget levonva, megkapjuk az  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  alakban mért összes  $\text{Na}_2\text{O}$  tartalmat. (1)

Ez az eljárás hosszadalmas; a többszöri leválasztás, nagyterfogatú oldatok bepárlása, ammoniók elűzése, stb. kb. 3 napot vesznek igénybe. Az ammoniók bepárlásánál kifreccsenés állhat elő, esetleg a bepárlódó oldat az edényből „kimaszik”; az izzítás, ha 600 C°-nál magasabb hőmérsékleten történik, már  $\text{Na}_2\text{O}$  veszteségekkel jár.

A hosszadalmas eljárás alatt sokféle és nagymennyiségű vegszerrel dolgoznak, így esetleg el nem hanyagolható  $\text{Na}_2\text{O}$  szennyezést viszünk a rendszerbe, ezért a vegyszerek tisztaságára különös gondot kell fordítani.

Az  $\text{Na}_2\text{O}$  meghatározására használt egyéb módszerek, pl. a cinkuranylacetátos, vagy lángfotometrikus eljárások üzemi viszonylatban eléggé komplikáltak, éppen ezért a timföld-alumíniumiparnak igen fontos problémája volt a nátrionmeghatározásoknak üzemi szempontból nem teljesen kielégítő volta. (2)

A feladatot sikerrel oldotta meg Intézetünknek dr. Papp Elemér által kidolgozott és közzétett, elektrodialízises eljárása (3), amelyet mint pontos, rövid és egyszerűen keresztülvihető elemzési módszert az egész hazai timföldipar bevezetett.

Az eljárás lényege az, hogy a porított vörösiszapot kénporral fellazítjuk, meleg vízzel szuszpenziót készítünk belőle és az utóbbit cellofánhártyával ellátott dializálóedénybe töltve, 110 volt és cca 0,6 amp. egyenárammal elektrolizáljuk. A katódterben meleg desztillált víz van. Anód: platinadrót; katód: platina vagy nikkeldrót. A cellofán diafragmán át a nátriumionok átvándorolnak a katódterbe, ahol n/10 savval metilvörös indikátor jelenlétében, mint nátronlúg, az összes nátron meghatározható. Az elemzés időtartama: kb. 120 perc.

A meszesiszapok nátrontartalmának elektrodialízis útján történő meghatározásánál természetesnek mutatkozik az a módszer, hogy a katódterbe átvándorló nátrium és kalcium-ionok mennyiségét együttesen megtitráljuk, majd az oldatból meghatározzuk a kalcium mennyiségét; ezekből az adatokból kiszámítjuk az  $\text{Na}_2\text{O}$  értéket.

Az ipari laboratóriumok által, a fenti elgondolás alapján végzett elemzések azonban nem adtak használható eredményeket. (4)

A feladat helyes megoldására irányuló vizsgálatainkat az alábbiakban ismertetjük:

Előkísérleteink folyamán mi is megállapítottuk, hogy a meszes vörösiszapnál a katódfolyadék titrálását az eredetileg ajánlott (3) eljárás szerint végezve, a kapott eredmények nem voltak megfelelőek, de tudtuk azt, hogy az eljárás nem is meszes vörösiszapok elemzésére készült.

Meszes vörösiszapoknál az elemzéseket a következőképpen végeztük:

A dialízis folyamán kapott katódfolyadékot n/10 savval metilvörös jelenlétében direkt titráltuk, majd az összegyűjtött katódfolyadékokból a  $\text{CaO}$ -t oxalat formájában lecsapva meghatároztuk. A titrálási összérték és a külön meghatározott kalciumoxid érték különbsége a más módszerrel kapott  $\text{Na}_2\text{O}$  értéktől eltérő eredményt adott.



Az eltérésnek oka lehet a karbonátosodás, amely miatt a direkt titrálási eredmény nem adhat megfelelő értéket.

Fenti tanulmány alapján a következő vizsgálat-sorozatokat végeztük.

### I. Mesterséges alapanyag elemzése.

#### Direkt titrálás

Abból az elgondolásból kiindulva, hogy az iszapban lévő  $\text{Na}_2\text{O}$  és a  $\text{CaO}$  az iszapban hamar átalakul nagyrészt karbonáttá, kísérleteinket nátriumkarbonát és kalciumkarbonát különböző arányú keverékével végeztük.

Az ipari meszesiszapok összetételének megfelelően cca 0,01–0,10 g  $\text{Na}_2\text{O}$ -nak és 0,1–0,2 g  $\text{CaO}$ -nak kb. megfelelő karbonátmennyiségeket mértünk be, mely arány megfelel a meszesiszapban lévő kalciumoxid/nátriumoxid arányoknak. A szóda bemérésére olyan oldatot használtunk, amelynek 1 ml-re pontosan 1 ml n/10 HCl-nek felelt meg, a kalciumoxidot pedig p. a.  $\text{CaCO}_3$  formájában vittük be e mesterséges zagyba, minden kísérlethez külön kalciumkarbonát mennyiséget mérve be. A  $\text{CaCO}_3$ -at a dr. Papp-féle eljárásban (3) használt kénes fellazításnak vetettük alá, hogy az ipari meszesiszapnál használt feltárási módszert kövessük. A max. alkalmazott 700 °C körül a  $\text{CaCO}_3$  disszociációja és tenziója csekély (cca. 50 mm). Miután az S csak a  $\text{CaO}$ -val ad vízben oldható vegyületet, a kénes fellazítás után a bemért  $\text{CaCO}_3$ -nak csak kis része megy vizes oldatba. Az így kapott vizes zagyot hosszabb ideig (5 óra) elektrolizáltuk, amikor is a kalcium-ionok teljes mennyisége átment a katódterbe. (L. 1. sz. táblázat.)

Ez az átment Ca-mennyiség azonban — mint már fentebb is jeleztük — az elektrodialízis folyamán részletekben végzett titrálással nem állapítható meg, hanem e direkt titrálással kapott érték cca 30–40%-kal kisebb a kalciumoxalát alakban való lecsapással meghatározott, tényleges  $\text{CaCO}_3$  tartalomnál. Ennek oka — mint már említettük — a mézsvíz láthatóan erős karbonátosodása, amely a direkt titrálásnál hibát okozhat. A vonatkozó mérési eredmények, amelyeket összevetés céljából nem súlymennyiségekben, hanem azonnal százalékosan adtunk meg, az 1. sz. táblázatban láthatók.

1. SZ. TÁBLÁZAT

Bemért $\text{CaCO}_3$ g	Elemzési idő	$\text{CaCO}_3$ titrálva	$\text{CaCO}_3$ súly sz.
0,1000	3 óra	42,8 %	79,4 %
0,1018	5 „	64,9 „	100 „
0,2002	5 „	62,7 „	100 „

A fenti megállapításainkat bizonyítja az a kísérlet-sorozat is, amelynél cca. 0,05–0,1 g  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ -at és 0,1–0,2 g  $\text{CaCO}_3$ -at mértünk be, utóbbi előzőleg S-sel fellazítva. Ennél a kísérletsorozatnál feltételeztük, hogy a  $\text{Na}_2\text{O}$  — a dr. Papp-féle eredeti adatokból kiindulva — (3) a használt hosszabb (2–5 óra) elemzési idő alatt teljesen átment a katódterbe. Az eredmények a 2. sz. táblázatban vannak felsorolva.

2. SZ. TÁBLÁZAT

Bemért		Elemzési idő : óra	Kapott $\text{Na}_2\text{CO}_3$ %	Kapott $\text{CaCO}_3$	
$\text{Na}_2\text{CO}_3$ g	$\text{CaCO}_3$ g			titrálva %	súly sz. %
0,1058	0,205	2	100	28,6	62,4
0,0529	0,206	2 1/2	100	32,0	68,4
0,0529	0,109	3	100	42,1	75,9
0,0529	0,201	4	100	37,9	72,1
0,1058	0,108	4	100	31,6	78,1
0,0529	0,196	5	100	42,3	72,8
0,0529	0,401	5	100	—	—

A fenti eredmények kiértékeléséből azt következtetjük, hogy:

a) az 1-es és 2-es táblázat adatainak összevetéséből látható, hogy az  $\text{Na}_2\text{O}$  mennyiségnek a katódterbe 100%-osan való átvándorlásának feltételezése helytelen volt. Valószínűleg azért, mert — mint említettük — a direkt titrálási módszer, az eredményekből láthatóan is, nem ad használható adatokat.

b) Megállapítható az is, hogy 0,4 g mennyiség  $\text{CaCO}_3$  bemérése esetén, ill. ha a Na : Ca arány cca. 1:8-hoz volt, a Ca-mennyiség már annyira zavart, hogy a  $\text{Ca(OH)}$  és  $\text{CaCO}_3$  bevonta a katódot, így az elektrolízis lehetetlenné vált.

#### B. Indirekt titrálás

A kértékelt eredmények alapján elhagytuk a direkt titrálást és a bemért mesterséges zagy elemzését a következőképpen végeztük:

A dialízis alatt nem végeztünk részlet titrálásokat, mint a közönséges vörösiszap elemzésénél, hanem összegyűjtöttük a katódfolyadékokat. (A katódfolyadék esetleges melegezése folytán részletekben kell levenni a katódfolyadékot és újra feltölteni a katódteret.) A dialízis befejeztével az összegyűjtött katódfolyadék mennyiségét metilvörös jelenlétében ismert mennyiségű n/10 HCl-lel túlsavaztuk és a keletkezett  $\text{CO}_2$ -t kiforrasztuk. Ezután a savfelesleget n/10 nátronlúggal visszatitráltuk. Az összes savfogyasztás megállapítása után a lúgos folyadékot megsavanyítottuk sósavval, kevés ammóniumkloridot tettünk hozzá és a szokásos módszer szerint (5) meghatároztuk a  $\text{CaO}$  tartalmat. A kapott eredmények a következők:

3. SZ. TÁBLÁZAT

Bemért		Elemzési idő : óra	Kapott $\text{Na}_2\text{CO}_3$		Kapott $\text{CaCO}_3$	
$\text{Na}_2\text{CO}_3$ g	$\text{CaCO}_3$ g		g	%	g	%
0,0529	0,0989	2	0,0497	94,0	0,0522	52,2
0,0529	0,1043	2 1/2	0,0528	99,8	0,0597	57,6
0,0529	0,1000	2 1/2	0,0526	99,6	0,0585	58,5
0,0529	0,0999	3	0,0529	100,0	0,0736	73,6
0,0529	0,2010	3 1/2	0,0528	99,8	0,1450	72,1

A fenti adatokból az alábbi következtetések vonhatók le:

a) A meszesiszap elemzésénél elektrodialízis nátron meghatározási módszert használva, a direkt és



részletekben való titrálás helyett az összegyűjtött katódfolyadék indirekt titrálására kell rátérni.

b) CaCO<sub>3</sub>-al készített, mesterséges zagynál cca. 200 perc alatt a Ca-ionoknak kb. 75%-a vándorol át a katódtérbe.

c) Az Na-ionok a mesterséges zagyból cca. 150 perc alatt gyakorlatilag teljesen kidializálhatók és a mennyiségük indirekt titrálás utáni Ca-meghatározással jól megállapítható.

## II. Ipari meszes vörösiszap elemzése

Rendelkezésünkre álló ipari meszesiszapnak gravimetrikus eljárás szerint (1) megállapítottuk az Na<sub>2</sub>O és CaO tartalmát. Következő eredményeket kaptuk:

Na<sub>2</sub>O 4,56% CaO 11,22%

A kénes fellazítást a dr. Papp-féle előírás szerint elvégeztük, azonban a katódfolyadék elemzését indirekt titrálással végeztük oly módon, hogy a dialízis idejét különböző hosszúaknak vettük. Elektrodialízises eljárással végzett elemzéseink eredményei a következők:

4. SZ. TÁBLÁZAT

Bemérés g	Elemzési idő óra	Na <sub>2</sub> O		CaO	
		g	%	g	%
0,5008	1 1/2	0,0155	3,1	0,0555	11,10
0,5085	2	0,0179	3,51	0,0571	11,20
0,5071	3	0,0183	3,62	0,0568	11,20
1,0013	3 1/2	0,0453	4,53	0,1119	11,18
0,5026	4	0,0236	4,62	0,0562	11,14

Az eredményekből megállapítható, hogy a mesterséges zagyunk minőségi összetétele az előkísérletek elvégzésére alkalmas volt ugyan, de az ipari meszesiszapból, a mesterséges zagytól eltérően, a CaO aránylag rövid idő alatt teljesen kidializálható, míg az Na<sub>2</sub>O teljes mennyiségének kidializálására legalább 4 óra szükséges, a mesterséges zagynál talált 2 1/2 óra helyett.

Kísérleteink ellenőrzéséül sorozatos Na<sub>2</sub>O meghatározásokat végeztünk ipari meszesiszapokból. Az elektrodialízises elemzési eredményeinket gravimetrikus módszerrel ellenőriztük. (1) Sorozatos kísérleteink alapján 0,3 g-os bemérés látszott a legmegfelelőbbnek, mert így még elég jól mérhető Na<sub>2</sub>O értékeket kapunk, az anyag melegeése sem olyan nagymértékű, hogy az elemzést zavarná. A meghatározásoknál a dialízist 4 órán át folytattuk. Eredményeink a következők:

$$\text{Na}_2\text{O} \% = \frac{n/10 \text{ HCl ml} - [n/10 \text{ NaOH ml} + n/10 \text{ KMnO}_4 \text{ ml}]}{\text{bemérés g}} \cdot 0.31$$

A meghatározás teljes időtartama az eddigi 2—3 nappal szemben cca. 7 óra, de ezalatt az idő alatt párhuzamosan egyéb elemzések is végezhetők.

5. SZ. TÁBLÁZAT

Elektrodialízissel			Súly szerint		
Bemérés g	Na <sub>2</sub> O		Bemérés g	Na <sub>2</sub> O	
	g	%		g	%
1. 0,3006	0,0105	3,50	0,5106	0,0177	3,46
2. 0,3002	0,0110	3,67	0,4983	0,0189	3,80
3. 0,3001	0,0133	4,42	0,5026	0,0223	4,42
4. 0,3006	0,0118	3,93	0,5006	0,0192	3,85

## Összefoglalás

A módszeresen végzett kísérletsorozatok alapján megállapítható volt, hogy az ipari meszes vörösiszapok Na<sub>2</sub>O tartalmának meghatározása a dr. Papp-féle elektrodialízises módszerrel jól elvégezhető, a következő — módosítást tartalmazó — előírás szerint:

Kb. 0,3 g meszesiszapot kb. 0,5 g kénnel fellazítva, a dr. Papp-féle előírás szerint elkészített oldatot elektrodializáljuk. A katódfolyadékot, ha nem melegszik, cca. 30'-ként leeresztve — és természetesen újra felöntve — titrálás nélkül összegyűjtjük. Melegedés esetén a katódfolyadék rögtön cserélendő. Az elektrodialízist 4 órán keresztül végezzük. Az összegyűjtött folyadékmennyiséget lehűtve, metilvörös indikátor jelenlétében ismert mennyiségű n/10 sósavval túlsavazzuk — az oldatot 3 percig forraljuk, majd n/10 nátronlúggal visszatitráljuk. Megkapjuk a katódtérbe átvándorolt Na és Ca ionoknak megfelelő összes savmennyiséget. Ezután a lúgos folyadékot gyengén megsavanyítjuk, kevés ammóniumkloridot adunk hozzá, majd ammóniumkalkussá tesszük. Felforraljuk és forró ammóniumoxaláttal a kalciumot leválasztjuk. Két órai állás után a kristályos csapadékot jénai G.-4-es szűrőtengelyen le-szűrjük, hidegen telített kalciumoxalátos vízzel ötször átmoszuk, utána hideg desztillált vízzel még kétszer átöblítjük. A kalciumoxalát-csapadékhoz 50 ml forró, 1:1 kénsavat adunk, s ez leszivatva, a szűrőtégelyt híg kénsavas vízzel négyszer-ötször átmoszuk. A szűrőedényben a kalciumoxalátból felszabadult oxálsavat n/10 KMnO<sub>4</sub> oldattal megtitráljuk.

Az Na<sub>2</sub>O tartalom kiszámítását könnyűvé teszi, hogy a vegyfolyamatok sztöchiometriai viszonya folytán 1 ml n/10 káliumhipermanganát megfelel 1 ml n/10 HCl-nek. Az eredmény kiszámítása a következőképpen történik:

A túltitrálásnál használt összes sósav mennyiségből levonva a visszatitrálásnál fogyott NaOH és a kalcium meghatározásánál felhasznált KMnO<sub>4</sub> oldat mennyiségét, kapjuk az összes nátrontartalomnak megfelelő savmennyiséget:

## IRODALOM:

1. dr. Gedeon T.— László A.: Minőségi elemzések a bauxit-alumíniumiparban.
2. dr. Tetéleni P.: Alumínium II. 1950. 55.
3. dr. Papp Elemér: Alumínium II. 1950. 51.
4. Máriássy M.: Alumínium III. 1951. 241.
5. Treadwell: II. 1949. 533.



## A váltóáramú, kénsavas elektrolittal dolgozó anódikus oxidáció és az eljárás alkalmazása könnyűfémhuzalok felületének folyamatos megvédésére

ANTONI JÓZSEF, dr. DOMONY ANDRÁS és KUROVSZKY ISTVÁN

Антони Йожеф, Др. Домонь Андраш и Куровски Иштван:

Анодное окисление переменным током в серно-кислом электролите и применение его для предохранения поверхности легкометаллических проводов от коррозии.

Az alumínium korrozioellenállását a fém felületét borító természetes oxidhámnak mesterséges erősítésével nagymértékben lehet növelni. Az oxidréteg mesterséges erősítését

- a) tisztán kémiai eljárások,
- b) anódikus oxidáció (eloxálás)

segítségével lehet elérni.

Az anódikus oxidációs eljárások közül iparilag eddig legnagyobb mértékben, műszaki és gazdasági okok miatt, a kénsavas elektrolittal dolgozó munkamódszer terjedt el. A kénsavas elektrolittal dolgozó anódikus oxidációs telepek majdnem mindegyike 10–20 Volt feszültségű egyenárammal dolgozik. Tekintettel arra, hogy egy  $m^2$  anódikus oxidációja átlagosan 1,5–2,5 kW árammennyiséget igényel, könnyen kiszámítható, hogy napi több ezer  $m^2$  teljesítményű oxidációs berendezés kiszolgálásához milyen nagyméretű egyenirányító egységek szükségesek. Hátránya még ezenkívül az egyenáramú oxidációs eljárásnak, hogy csak az egyik pólusra, — az anódra — kapcsolt alumíniumfelület oxidálódik. A fenti két hátrány kiküszöbölését reméltük elérni azzal, hogy az olcsó és jól bevált kénsavas elektrolitot megtartva áramforrássul, a költséges és nehezen beszerezhető egyenirányítók helyett kis feszültségű egyfázisú váltóáramot használjunk.

A világirodalom kénsavas elektrolitban váltóárammal történő anódikus eljárásokat alig ismertet. A Fémipari Kutató Intézetben folytatott munkák viszont bebizonyították, hogy megfelelő összetételű elektrolitban helyesen megválasztott hőfok- és feszültséghatárok között a váltóáramú kénsavas eljárások kielégítő üzemi eredményeket szolgáltatnak.

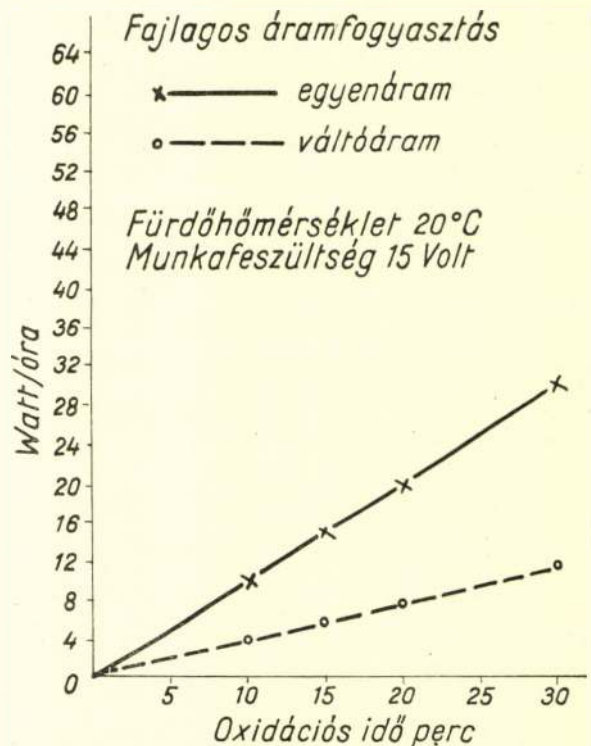
A váltóáramú kénsavas eljárásnál az áramforrás mindegyik pólusát oxidálandó tárgyakkal lehet terhelni. Bebizonyosodott, hogy az irodalomban közölt megállapítás\*, mely szerint a váltóáramú eljárásnál a két póluson csak abban az esetben kapni egyenletes vastagságú oxidhámot, ha a tárgyak anyaga, nagysága és alakja tökéletesen azonos, nem helytálló. Kénsavas fürdőben mindkét póluson megfelelő oxidhám alakul ki akkor is, ha a két oldalon a fürdőbe akasztott tárgyak alakja és felülete egymástól erősen eltérő.

A váltóáramú kénsavas oxidáció elmélete ezideig még nincs tisztázva. Valószínűnek látszik, hogy az áram hatására a kénsavas elektrolitban mindkét pólusra akasztott felületen elsősorban igen vékony, tö-

mör oxidhártya képződik, amely réteg alkalmas arra, hogy a váltóáramot egyenirányítsa. Az ilyként egyenirányított áram pedig mindkét póluson az oxidhám kiképzéséhez szükséges oxigént fejleszt. Ezt a tényt a két pólusra akasztott tárgyakon keletkezett oxidhámon kívül az a körülmény is bizonyítja, hogy mindkét oldalon erős gázfejlődés észlelhető.

A váltóáramú oxidáció alkalmával előállított rétegek a hasonló körülmények között egyenárammal előállított hártáknál tömörebbek, hajlékonyabbak, valamivel lágyabbak. (Míg az egyenáramú rétegek mikrokeménysége Hanemann-féle mikrokeménység-mérővel mérve átlagban 65–70 egység, a váltóáramú rétegeké 52–55 egység.) Korrozioellenállás szempontjából a kétfajta réteg között nincs különbség. A váltóáramú rétegek jól és egyenletesen festhetők; elektromos szigetelőképeségük viszont jobb, mint a hasonló vastagságú egyenáramú rétegeké. Azonos idő alatt, a felületegységre számítva természetesen a váltóáramú eljárással előállított hártá vékonyabb, mint az egyenáramú oxidációnál keletkező hám. Ugyanabba a fürdőbe viszont a két pólus terhelhetősége miatt, dupla oxidálandó felület helyezhető el. Ezért a felületegység oxidációjához szükséges árammennyiség is kedvezőbben alakul, mint az egyenáramú eljárásoknál.

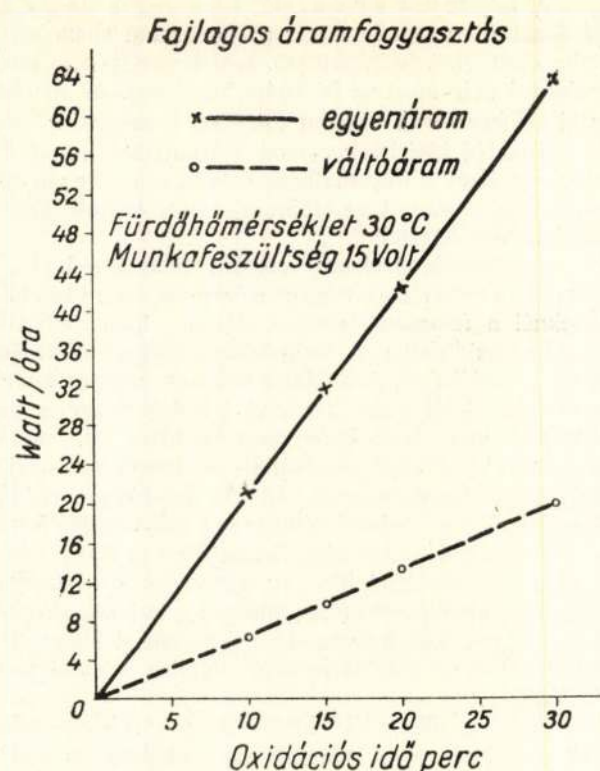
A váltóáramú eljárás áramforrása egyfázisú, a szekunder oldalon jól szabályozható transzformátor. Az a körülmény, hogy a váltóáramú oxidációs eljárások



1a. ábra

\* M. Schenk: Werkstoff Aluminium und seine anodische Oxydation, 1948. 350. oldal.





költséges, nehezen beszerezhető, egyenáramot előállító gépeket (motordinamót, vagy egyenirányítót) nem igényelnek, az előbb felsorolt műszaki előnyökön kívül lényeges gazdasági előnyt jelent.

A váltóáramú oxidáció háromfázisú transzformátorral is kivitelezhető, ebben az esetben mindhárom fázis külön-külön oxidálandó tárgyakkal terhelhető.

Az 1. ábra a hasonló körülmények között kivitelezett váltóáramú és egyenáramú oxidáció fajlagos áramfogyasztását szemlélteti; az 1. táblázat pedig a váltó-

és egyenáramú eljárások alkalmával a különböző fürdőhőmérsékleteknél keletkezett rétegvastagság és átütési feszültség összeállítását tartalmazza.

Ezek az összeállítások is azt bizonyítják, hogy helyesen megválasztott munkafeltételek esetén a váltóáramú eljárásokkal kénsavas elektrolitban gazdaságosabban lehet dolgozni és sokszor a célnak megfelelőbb oxidréteget lehet előállítani, mint az egyenáramú kénsavas eljárásokkal.

Eddig a leggazdaságosabb váltóáramú kénsavas eljárásnak a következő munkamenet bizonyult:

Elektrolit összetétele: 25 súlyszázalék kénsav  
Fürdő hőfoka: 30° C ( $\pm 2^\circ$  C)  
Munkafeszültség: 12–15 V  
Oxidáció időtartama: 20–30 perc  
Fajlagos áramfelvétel: 0,8–2 kWó/m<sup>2</sup>

A váltóáramú oxidációval előállított jó szigetelésű, tömör, aránylag hajlékony védőhámok kedvező tulajdonságait az alumíniumhuzalok folyamatos oxidációjánál előnyösen lehetett kihasználni.

Az alumíniumhuzalokon a folyamatosan előállított oxidhám kiképzése nem újkeletű kérdés. Az egyenáramú eljárásokkal előállított rétegek használat közben túl keményeknek és ridegeknek bizonyultak. Nehézséget jelentett még a megfelelő áramvezetés biztosítása is.

A kísérletek bebizonyították, hogy váltóáram alkalmazása esetén a fenti nehézségek kiküszöbölhetők. A folyamatos árambevezetést rézből készült görgővel oly módon lehetett biztosítani, hogy még az igényelt nagyobb áramsűrűségnél sem mutatkoztak zavarok.

Az oxidációs kezelési idő csökkentése, valamint az előállított réteg lágyítása és hajlékonysága érdekében a fajlagos áramsűrűséget, az elektrolit töménységét és hőfokát emelni kellett. Az utóbbi követelmény külső fűtés nélkül is könnyen megoldható volt, mert a nagyobb áramsűrűség következtében az elektrolit önmelegedéstől is elérte a 35–40°C-ot.

A huzalnak az elektroliton való áthaladási sebes-

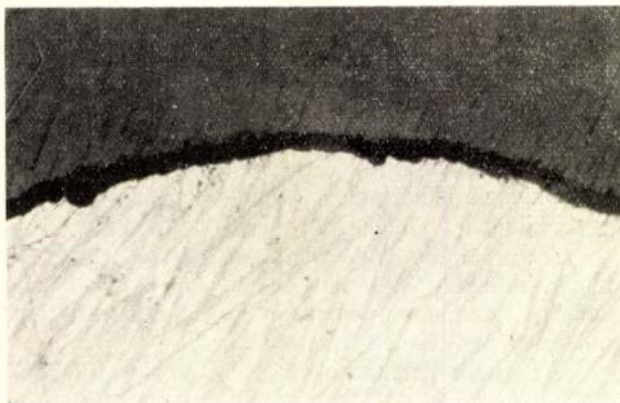
1. TÁBLÁZAT

Váltóáramú és egyenáramú oxidációs eljárások összehasonlítása. Az átütési feszültségi értékek kétoldali oxidálásra értendők.

Fürdőhőmérséklet 30 C°												
Eloxálási idő perc	8,5 Volt				12 Volt				15 Volt			
	Egyenáram		Váltóáram		Egyenáram		Váltóáram		Egyenáram		Váltóáram	
	réteg vast. mikron	átütési feszült. V.	réteg vast. mikron	átütési feszült. V.	réteg vast. mikron	átütési feszült. V.	réteg vast. mikron	átütési feszült. V.	réteg vast. mikron	átütési feszült. V.	réteg vast. mikron	átütési feszült. V.
5	—	—	—	—	—	—	4,53	190	—	—	—	—
10	5,76	320	3,41	225	5,09	276	5,17	335	7,52	375	6,51	500
15	10,10	500	3,69	276	7,17	411	6,23	425	9,37	515	8,22	615
20	10,90	580	5,11	290	8,63	461	7,01	490	10,26	647	12,12	710
30	11,16	655	5,58	290	10,93	548	8,22	660	10,71	663	12,43	780
Fürdőhőmérséklet 20° C												
10	5,27	197	4,22	72	4,45	230	1,62	197	5,00	250	3,83	370
15	6,20	305	4,62	85	6,76	335	3,29	277	6,75	355	5,89	370
20	8,06	455	4,88	157	8,50	485	4,68	320	8,50	475	7,75	410
30	9,90	630	5,86	290	11,47	687	6,67	377	11,35	620	15,87	600



sége az előállítandó réteggel szemben támasztott igénytől függ. Szükséges esetben már 1 m-es kádban 1 m/perc áthaladási sebesség mellett 7–10 mikron vastag réteget lehet előállítani. A szigetelt huzalon képzett réteg átütési feszültsége fémmag köré csavarva 239 V. A 2. ábra ilyen körülmények között előállított réteg mikrociszolatát szemlélteti.



2. ábra

Ovatosságot igényel az oxidált huzal mosása. Az oxidáló kádból kikerülő huzaldarabban ugyanis áram kering és ezért a mosókádnak szigetelve kell lennie, nehogy a mosóvíz-sugár az áramot elvezesse.

A folyamatos váltóáramú, kénsavas oxidációs eljárással kikészített huzalt a gyengeáramú elektrotechnika fékmágnesek stb. készítésére igen jó eredménnyel már most is fel tudja használni. Az új eljárást a Fémszínező Vállalat üzemben is megvalósította.

További kísérletek vannak folyamatban annak érdekében, hogy a folyamatosan oxidált huzal egyéb előnyös tulajdonságait az erőáramú elektrotechnikában is fel lehessen használni.

Az erőáramú elektrotechnikai igények számára a kezeletlen oxidhártya szigetelőképessége nem elegendő. Ezeknél a felhasználásoknál viszont igen előnyös, hogy az oxidhártya a szigetelőképességen túlmenően igen jó festékalap. A festéssel szigetelt csupasz alumíniumhuzaloknál nagy hátrányt jelentett, hogy a festékek a sima alapfalúletre nem tapadtak jól, onnan könnyen lepattogtak és ezáltal az alumíniumhuzalok szigetelése bizonytalanná vált. Az anódikusan oxidált huzaloknál a helyzet lényegesen előnyösebb. Amint előbb láttuk, az oxidhártya önmagában is 200 V feletti átütési feszültséggel bír és szivacsos szerkezeténél fogva elsőrendű festékalap, amelyre a festékek kifogástalanul tapadnak. A festékekkel vagy lakkkal impregnált oxidhárttyák szigetelőképessége minden követelményt kielégít.

A folyamatban lévő kísérletek az előbb elmondottak alapján hivatva vannak az anódikusan oxidált alumíniumhuzalok felhasználást az erőáramú elektrotechnikában is biztosítani.

## Hozzászólások

DOBOS GYÖRGY «FERROÖTVÖZETGYÁRTÁSUNK IDŐSZERŰ KÉRDÉSEI»\* CÍMŰ ELŐADÁSÁHOZ

Kovács Sándor:

A hazai ferroszilikium-gyártás jelenlegi problémája egy régóta, szélesebb körben megtárgyalandó kérdés körül csoportosul, és pedig, hogy a magyarországi viszonylatban fellelhető, különböző kvarcfajták közül melyiket tekintse véglegesen nyersanyagbázisul a ferroszilikium-gyártás. Erre nemcsak a jelenlegi üzemvezetés és aránylag kis teljesítményű FeSi-gyártás vár feleletet, hanem e kérdés eldöntése szoros összefüggésben van az ötéves terv keretében megépülő új, nagyteljesítményű ferroszilikium-gyár telepítésével is. Hogy e kérdés mellett, a jövőt illetően, egyoldalúan állástfoglalni nem lehet, annak oka az, hogy hazai viszonylatban egyik kvarcfajtából sem található olyan döntő mennyiség, mely önmagában a nagyteljesítményű ferroszilikium-gyár nyersanyagbázisát képezné, amennyiben a FeSi-gyártásra alkalmas hidrokvarcféleségek mennyisége mintegy 5,5 millió tonnára, a homokkő-féleségek mennyisége pedig mintegy 1,5 millió tonnára becsülhető.

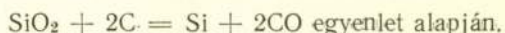
Ezek előrebocsátásával vizsgáljuk meg a kérdést részleteiben is:

A FeSi-gyártás nyersanyagait — mint ismeretes — a különböző kovaföld tartalmú ásványok képezik. Ilyen a kvarc, a kvarcit és a különböző homokkővek. A hétféle kvarcmódosulat közül a természetben négy-

fajta fordul elő, és pedig: egy amorf, az ún. n. kovaüveg és három kristályos: a  $\beta$ -karc, a  $\beta$ -tridimit és a  $\beta$ -krisztobalit.

A  $\beta$  kvarc 575° C-ra hevítve másik módosulattal vesz fel, a trigonális trapezoédes rendszerből átalakul az ún.  $\alpha$ -kvarccá, amikor is a kristályforma hexagonális trapezoéder. További hevítéskor 870° C-nál megindul a tridimitképződés, majd 1470° C felett krisztobalit keletkezik. A kvarc olvadása 1713–1720° C között következik be. A kristályos kvarc tehát a hőközlés alkalmával különböző átkristályosodáson megy keresztül; a trigonális trapezoédes rendszerből hexagonális trapezoéder válik. Ez az átkristályosodás rácsmozgással jár, aminek a következtében a kvarc térfogata erősen kiterjed, csökken a sűrűsége, illetve 2,59–2,60-as fajsúlya, amennyiben a tridimit fajsúlya 2,28–2,33 között van 6,5–7 keménység mellett, míg a krisztobalit fajsúlya csak 2,20 és keménysége 6,5.

Ezen adatok ismertetésével arra kívánok élesen rávilágítani, hogy a kvarcfajták hevítésekor nemcsak a kristályrendszerükben történik változás, hanem ezzel egyidejűleg térfogatnövekedés mellett fellép a fajsúly, illetve a sűrűségcsökkenés, mely végeredményben elősegíti a kvarc könnyebb redukálhatóságát, 1710° C hőmérsékleten (tisztá kvarc esetén) az



Amely kvarcfajtánál — mint pl. a homokkőveknél — ez az átalakulás nincs meg, ott nehezebb a redu-

\* Megjelent a Kohászati Lapok 1952. évi 11. számában.



kálthatóság és megnő a fajlagos C-felhasználási szám. Ezzel a rácsmozgással, illetőleg térfogatnövekedéssel és sűrűségcsökkenéssel járó könnyebb redukálhatóságot kívánja a FeSi-gyártó kihasználni akkor, amikor a kisebb, mindössze 95% körüli  $\text{SiO}_2$  tartalmú kristályos kvarcfajták kohósítását szorgalmazza a tisztán, mintegy 98%  $\text{SiO}_2$  feletti homokkővek használatával szemben.

A gyakorlati FeSi-gyártásra csak azok az ásványok alkalmasak, amelyek legalább 95%  $\text{SiO}_2$ -t tartalmaznak, minimális szennyeződés mellett. A szennyezés elbírálásánál a  $\text{CaO}$ ,  $\text{MgO}$  és az  $\text{Al}_2\text{O}_3$  együttes összege általában 3,5% alatt kell, hogy maradjon. Nem zavar az  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  tartalom, mivel a FeSi-gyártásnál úgyis vasat adagolunk és csak egészen speciális, 98%-os fémSi-gyártásánál kell a minimális  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  tartalomra figyelemmel lenni.

Hazai viszonylatban a FeSi-gyártásnál általában kétfajta kvarcéleléssel dolgozunk, és pedig a Mád vidéki ú. n. hidrokvarcral és a kővágóörsi préselt homokkővel. A kétfajta szilikátkőzet között a geológiai eredet tekintve nagy a különbség. Míg a Mádról származó tömör, csak az egykori vízinövények szárai (nád, sásfélék) mentén üreges hidrokvarc (gejzerit) az Eperjes-Tokaji hegység riolit és andezit vulkánjainak utóműködését jelző gejzirek produktumaként szilikátok és szilikátkőzetek termális málásokor keletkezett, addig a kővágóörsi kőzet törmelékes eredetű, egyenletesen finomszemű homokkő, amely az egykori nagy pannóniai tó (beltenger) partján a hullámozás vagy a szél által szelektálva halmozódott fel és másodlagos cementációként keletkezett.

Ez az eredetbeli különbség a kőzet anyagi összetételében is kifejezésre jut.

	mádi hidrokvarc	kővágóörsi kvarcit
$\text{SiO}_2$	94—97 %	99,2—99,5 %
$\text{Fe}_2\text{O}_3$	1,2—1,5 %	0,2 %
$\text{Al}_2\text{O}_3$	1,8—2,2 %	—
$\text{CaO}$ és $\text{MgO}$	nyomokban	—
hidrátvíz	cca 1,5 %	—
izzítási veszteség	—	0,4 %

Az Eperjes-Tokaji hegység gejzirjei kitörésükkor az alapkőzetet, a riolitot elkaolinosították és így változó mennyiségben tartalmaznak  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  és  $\text{Al}_2\text{O}_3$  szennyezést és a rácsszerkezethez kapcsolódó ú. n. kristályvizet. Ezzel szemben a kővágóörsi homokkő abszolút tisztának mondható és a kőzet pórusait kitöltő víz nem keletkezésbeli eredetű, hanem a talajvízből, illetőleg az esőből, hóból leszivárgott víz.

A mádi hidrokvarcot az eredetén és az ezzel kapcsolatos konzisztenciáján kívül még az is megkülönbözteti a kővágóörsi homokkőtől, hogy erősebben szennyezett  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  és  $\text{Al}_2\text{O}_3$  révén, amellyel, hogy mintegy 1,5% körüli hidrátvizet is tartalmaz; sőt az opális részek víztartalma egészen 9%-ig is megnőhet.

Ez a hidrátvíz 400° C-nál a kvarc kemencébeadagolásakor a hirtelen hőváltozás következtében felszabadul és szinte aprítja a kvarcot anélkül, hogy okozója lenne a kvarc időelőtti lágyulásának. Ez a felaprózódás szintén a gyorsabb redukciót segíti elő azzal, hogy megnöveli a súlyegységre eső reakció-felületet ugyanazon C-mennyiségnél.

A harmadik ok, ami könnyebbé teszi a hidrokvarc kohósítását az, hogy az anyag vasoxidhidrát formájában vassal szennyezett.

Mivel a kvarc összes vasoxid mennyisége kiredukálódik és átmegy a FeSi-be, Maximenko megállapította, hogy a kiolvasztáskor a vas elősegíti a szilícium leülepedését a kemencében és ezzel a szilíciumot kivezeti a reakció zónájából és a redukciót meggyorsítja. Minél nagyobb tehát a kovaföld vastartalma, annál könnyebben és alacsonyabb hőfokon indul meg a redukciós folyamat és annál gazdaságosabb az elektromos energia felhasználás. Természetesen a kvarcfajták vasoxid szennyezésének határt szab a gyártandó FeSi minőségi száma.

Ezek az adottságok a gyakorlati életben végeredményben a gyorsabb olvasztóhatásban, majd ezt követőleg termelésnövekedésben nyilvánulnak meg. Ezzel együtt a kemence to/órás teljesítménynövekedése a fajlagos áramfelhasználás kW/to értékének javulását és a C-szükséglet, illetőleg a fajlagos kokszfelhasználás to/to-s értékének csökkenését jelenti.

Ilyen megfontolások alapján végeztünk 1949-ben a zagyvarónai 3750 kVA-es trafóteljesítményű FeSi-gyártó kemencékben kísérletsorozatokat és megállapítottuk, hogy a mádi hidrokvarcnak a kohósítása a kővágóörsi homokkővel szemben 7,5%-os termelésnövekedést mutatott az áramfogyasztás mintegy 4,5%-os csökkenése mellett. Ezzel együtt jár a kokszt és a szénfogyasztás mintegy 8,5%-os együttes csökkenése. Figyelemreméltó még az az eredmény is, hogy hidrokvarc használata esetében 90%-os FeSi-gyártásnál lassúbb ütemmel következik be a kemence bekvarcosodása, ami által az nem okoz idő előtti kemenceteljesítmény csökkenést.

Fentiek alapján kimondhatjuk, hogy a hidrokvarcok 1. a kristályos rácsszerkezetek rácsmozgásából származó térfogatváltozások és sűrűségcsökkenések, 2. valamint a hidrátvíz eltávozásakor fellépő aprítóhatás folyamánként bekövetkező felületnövekedések miatt gazdaságosabban kohósíthatók, mint a homokkőfajták, ahol ezek a jelenségek nem tapasztalhatók.

Mi az hát mégis, ami miatt az üzemek dolgozói idegenkednek a mádi hidrokvarc használatától és termelésnövekedéssel érvelnek? Nem más, mint a gondatlan bányászat következtében fellépő minőségromlás. Míg ugyanis az elkaolinosodott, illetőleg ellimonizódott hidrokvarcoknál válgatás hiányában ma már az  $\text{SiO}_2$  tartalom 92—93%-ra csökkent és általában 3—4%-ot meghaladó  $\text{Al}_2\text{O}_3$  tartalom mellett még agyaggal is szennyezett, addig a kővágóörsi homokkő minősége nem romlott, ma is 99% feletti  $\text{SiO}_2$  tartalommal bír és nem kíséri semmiféle agyagos tapadvány.

Igy az az előny, amely a tisztán kezelt, válogatott hidrokvarcok kohósítását gazdaságosabbá teszi, a jobb fajlagos áramfogyasztási és kokszfelhasználási számok révén, elvész a jelenlegi hidrokvarc szállományok túlzottan szennyezett volta miatt azon keresztül, hogy a kemence nem képes a magas 2000 C° feletti olvadáspontú  $\text{Al}_2\text{O}_3$  szennyezéseket folyósítani és az tapadványok formájában lerakódik a kemence belsejébe.

A megoldás kettős irányú. Az első feladat a bányászaté, amennyiben a feltérítési viszonyokat kell gondosabban előkészíteni, majd azt követően a fejtési munkálatokat a minőségi kívánalmaknak megfelelően vezetni, továbbá megfelelő gondos kiválogatást kell a



kvarc-termelésnél az eikaolinosodott részek eltávolítása érdekében bevezetni.

Ezt követően a kohásznak jut az a szerep, hogy a gyengébb kvarcfajtáknál a minőségjavító válogatást tovább fokozza egy olyan törési eljárással, amelynek folytán az  $\text{Al}_2\text{O}_3$  tartalom a kvarcban csökken. Ha ugyanis az  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -mal nagyobb mértékben szennyezett kvarcfeleségeknél a töret szemnagyságát 40–50 mm-ben állapítjuk meg az irodalmilag megkívánt 50–80 mm szemnagyság (V. Jeljutyin, illetőleg A. Pavlov nyomán, vagy 100–150 mm G. Valkant és E. Schwarz szerint) helyett, akkor a törési veszteség, a 20 mm alatti szemnagyság megnő ugyan, de az  $\text{Al}_2\text{O}_3$  szennyezés átkerül a 20 mm alatti fajtába, melynek eredeti 3–4%-os  $\text{Al}_2\text{O}_3$  szennyezése mintegy ötszörösére is, tehát 15–20%-ig felemelkedik. Ennek megfelelően pedig csökken a 40–50 mm-es fajtában a szennyezés, és ez kerül elsősorban beadagolásra a ferroszilikiumgyártó kemencébe.

Megállapításként tehát kimondható, hogy a mádi hydrokvarc használatakor a töret szemnagysága 40–50 mm körül mozogjon, míg az  $\text{Al}_2\text{O}_3$  mentes kővágóőrsi homokkő használatakor ilymértű törésre szükség nincs és megfelel az 50–80 mm-es szemnagyság.

A hydrokvarc előkészítésénél még egy szempontot kell figyelembe venni; éspedig a kötötret mosását. Míg ugyanis a kővágóőrsi kő a keletkezési formája miatt tiszta homokágyban fekszik, mindenféle agyagszennyeződéstől mentesen, addig a mádi hydrokvarc agyagos tapadványokkal bír a felületén, ami az elektrokemencébe bejutva lerakódik és növeli a kemence időelőtti elsalakosodásának veszélyét. Ezért kívánatos a kisebb, kopotató törési szemnagyság előállítása mellett, *azzal egyidőben mosást is alkalmazni*. Ez nem jár többlet elektromosenergia felhasználással, mivel a hydrokvarc, szemben a homokkőfeleségekkel, nem rendelkezik vízfelszívó képességgel.

Mindezt a látszólagos nyersanyagelőkészítési többletmunkát, illetve annak költségeit bőven fedezi a fajtásos koks- és energiamegtakarítás, amely a hydrokvarc velejárója. Különösen akkor érezhető ez az előny az üzem számára, ha a kérdést a kemencetípussal, illetőleg a kemence nagyságával is vonatkozába hozzuk.

A FeSi-gyártók szakkörében ugyanis ismeretes az a tény, hogy a nagyobb típusú, 7500–10 000 kVA-es kemencéknél a gyors elsalakosodás veszélye hamarabb fennáll mint a kisebb, 3750 kVA-es kemencéknél. Mint-hogy pedig a 7500 kVA-es kemencék 6–8%-kal jobb energiafelhasználással dolgoznak, (ami igen jelentős a FeSi-előállítás költségeit kitevő mintegy 52–55%-os áramfelhasználási költségnél), tehát gazdaságosabbak, indokolt olyan kvarcfajta használata, melynél az elsalakosodás veszélye kisebb mértékben áll fenn. Ez pedig kívánatosá teszi a 7500 kVA-es kemencetípusoknál a mádi hydrokvarc használatát, megszabva egyben az alacsonyabb minőségű, 45–75% Si-tartalmú ferroszilikium előállítását, míg a 90–95–98%-os ferroszilikium gyártása 3750 kVA-es kemencékben, az egyenletesen tiszta minőségű kővágóőrsi homokkőből történhet.

A különböző szakirodalom általában a karbonizáló anyag, éspedig a koks szemnagyságát 10–25 mm-ben szabja meg, mint legmegfelelőbbet. Szerintem inkább arra kell törekednie a FeSi-gyártónak, hogy a felhasználandó koksfeleségek hamutartalma legyen a döntő, lehetőleg 10%-on aluli és kívánatos, hogy a hamu in-

kább  $\text{SiO}_2$ -ben dús, és  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -ban szegény legyen. A koksznál, a kvarchoz viszonyítva, ez pont fordítva található meg, mivel a koksznál a nagyobb szemnagyság következménye a kisebb hamu-, és az ezzel járó kisebb  $\text{Al}_2\text{O}_3$  tartalom. Ezért a koksznál inkább a szemnagyság vonalán tegyünk engedményeket, max. 40 mm-ig, és legfeljebb a sekunder-feszültség helyes megváltoztatásával operáljunk éspedig csökkentsük azt, ha nő a koks szemnagysága.

Nyilvánvaló, hogy a jobb minőségű, tehát a 75–90%-os FeSi fajták gyártásánál vigyázni kell a sekunderfeszültség értékének túlzott emelésével, mivel ekkor az ívhossz és az ívhőmérséklet növelése egyben a nagyobb gőzölgési veszteségek okozója lehet. Ez esetben kisebb szemnagyságú koks, továbbá a nagyobb reakcióképességű, könnyebb fajta, porózusabb, kis hamutartalmú kátrány-koks és a retorta-faszén fokozottabb használata ad kielégítőbb eredményt.

Ezen tényezők szembeállítására pedig inkább lehetséges a nagyobb olvasztóképeséggel rendelkező 7500 kVA-os kemencéknél, mint a 3750-eseknél.

*Visnyovszky László:*

A ferroötvözetek hazai gyártásának bevezetése számtalan új ércelőkészítési, kémiai, metallurgiai és technológiai problémát vet fel. E problémák legnagyobb része olyan, melynek megoldására külföldi példákat, illetve kidolgozott technológiákat nem találunk, mert különleges hazai adottságainkból állottak elő. Például a vörösiszapból történő vanádium és titán kinyerésére valószínűleg sehol sem törekedtek komolyan, mert másutt elég bőségesen áll rendelkezésre ilmenit és vanádiumérc, a szintén vanádium- és titántartalmú wehrliérc csak Magyarországon található és az újabbban felfedezett kobalt-tartalmú érc sem azonos az ismert aszbolánokkal. Az úrkúti mangánércnek ugyancsak megvannak a maga különleges sajátosságai, úgyhogy a hazai ferroötvözetgyártás technikailag tökéletes és gazdaságilag rentábilis megoldása sok és fáradságos kutatómunkát igényel még és szükségessé teszi, hogy a kutatásokhoz megfelelő kísérleti berendezés és anyagi fedezet biztosíttassék, továbbá, hogy a kérdésekkel foglalkozó szervek és káderek egymás munkáját jó összműködéssel mindenkor segítsék és kiegészítsék.

Legyen szabad néhány hazai problémára rávilágítani.

Mindenekelőtt nézzük a ferromangánygyártást. Úrkúti ércvagyunk elég tekintélyes ahhoz, hogy alapja lehessen olyan méretű ferromangánygyártásnak, mely hazai szükségleten túlmenően ferromangánt és egyéb mangántermékeket külföldre is exportálhat. A mosott érc minősége 70%-os ferromangánygyártáshoz ad lehetőséget. Hátránya azonban, hogy foszfortartalma elég sok és a belőle nagyolvasztóban gyártható ferromangán 0,4–0,5% foszfort tartalmaz. Sok helyen ez még megfelel, de affiné vagy suraffiné-nál már ilyen foszfortartalom nem engedhető meg és így meg kell oldani a foszfortalanítás kérdését, illetve olyan eljárásokat kell kidolgozni, melyek során a foszfor eltávolítható.

A vas- és foszformentes mangánsalak gyártásának sok más útja is lehetséges, például a tükrös nyersvas és acélnyersvas mangántartalmának ércfrissítéssel vagy szélfrissítéssel történő eltávolítása révén. Ezekre



vonatkozólag kísérleti eredményeink még nincsenek, ezért ezekre nem kívánok kitérni, csupán azt említem meg, hogy a Vasipari Kutató Intézet tervbevette olyan ércfrissítési eljárás kidolgozását, melynél mangánsalak képződés mellett az acélnyersvasak kéntelenítése is elvégezhető.

A mangánszegény érceknek ferrmangánra, illetve vasmentes fémmangánra történő feldolgozásánál mindinkább előtérbe lép az elektrolitikus eljárás. Ez részben annak a következménye, hogy a mangánércek fizikai előkészítéssel csak ritkán dúsíthatók és így nem marad más hátra, mint a vegyi feltárás. Vegyi feltárással szulfát- vagy kloridoldatból történő elektrolízisre alkalmasnak látszanak az említett mangánszulfátok, valamint az úrkúti érc mosásából kikerülő ú. n. iszap, továbbá a mangánszegény eplényi és egervideki ércek. A mangániszapból képezhető szulfátoldatok előállítására dr. Horváth Zoltán és Forbáth Róbert sikeres kutatásokat végzett. Hátra van még az elektrolízis beállítása. A legújabb szovjet adatok szerint 90%-os magánfém előállításának energiaszükséglete 7900–8600 kWó/tonna, vagyis csaknem fele a suraifinéggyártásnak. A mangán kihozatala rendszerint több 80%-nál.

A mangán-elektrolízis azonban semmiesetre sem olyan egyszerű, mint amilyennek első pillanatra látszik, mert a mangán a legkevésbé nemes fém, mely vizes oldatból deporalizáló ötvözet képződése nélkül elektrolitikusan kiválasztható. Ennek következtében jó áramkihasználás csak akkor érhető el, ha az elektrolízist kísérletileg megállapított feltételek között vezetik le és az elektrolit is megfelelően tisztá. Az elektrolízis egyes változó tényezőinek legkedvezőbb értékei egymással összefüggésben állanak, ehhez járulnak még a diafragmákkal és elektródákkal kapcsolatos anyagminőségi kérdések, melyek az alkálikus katolit és savas anolit folytán lépnek fel. Ezek miatt a műszakilag helyesen kidolgozott mangán-elektrolízis gyakorlati megvalósítását minden egyes ércnél átfogó kutató munkának kell megelőznie. Hazai viszonylatban külön problémát képez a szulfátoldatok feltételezhető kobalt-tartalma, mely egész kis mennyiségben 3 mg/liternél is 50–100%-kal rontja az áramkihasználást.

Itt elvileg két út látszik járhatónak. Az egyik az hogy az érc vas- és foszfortartalmának kiredukálása közben mangándús salakot képezünk és az ebből gyártott foszforszegény szilikomangán segítségével véghezvük az affiné és suraifiné gyártását. A másik lehetőség az elektrolitikus mangánfém előállítás. Mindkét eljárás-hoz a gyengébb minőségű ércek, valamint az úrkúti érc mosásából keletkező homok és iszap használható fel alapanyagként.

A mangándús salak gyártására több lehetőség kínálkozik. Ilyen pl. a savanyú salakkal nagyolvasztóban történő kohósítás. Ilyen irányú nagyüzemi kísérletek alkalmával a vas és foszfor tökéletes kiredukálása után 16–18% Mn-tartalmú ércből normális nyersvasat és 30–36% Mn-tartalmú salakot termeltünk. A jelenlevő mangánnak 95–98%-át lehetett a salakba vinni, ez a kovasavdús salak már alkalmas szilikomangán gyártására, az erre vonatkozó kísérleteket azonban berendezés hiányában elvégezni nem lehetett. A foszformentes szilikomangán nemcsak jóminőségű suraifiné gyártását teszi lehetővé, hanem sok helyen a dezoxidálásnál helyettesítheti a mangán affinit és a ferrosziliíciumot is. Jól megválasztott összetételű szilikoman-

gánnal történő dezoxidálásnál keletkező dezoxidációs termék híg folyós, könnyen felszáll az acélfürdőből, így az acél kevesebb záródmányt tartalmaz, vagyis jobb minőségű. Energiaszükséglet szempontjából szintén kedvező a szilikomangán gyártása, mert kevesebb elektromos energiát igényel, mint a mangán affiné vagy a ferrosziliícium. Fenti okok miatt szükséges volna, hogy a szilikomangángyártást mielőbb megkezdjük, annál is inkább, mert ehhez a berendezés megvan, ugyanis a ferrosziliícium-gyártó kemencében minden további nélkül előállítható és valószínűleg növeli is a kemence termelékenységét.

Az említett mangán elsalakítási kísérletnél azt tapasztaltuk, hogy a salak, a kimondottan hideg nagyolvasztó járat ellenére, igen jól kéntelenített. Az elegyben 1 tonna nyersvasra 93 kg kén volt és a nyersvas mégsem tartalmazott 0,05%-nál több ként. A kén, mint mangánszulfid került a salakba, ahol lehűlés után a szulfid-salak külön réteget képezett, mely a szilikátsalaktól tökéletesen különvált. A szulfidsalak 50–55% mangánt, 33–35% ként és 5–8% vasat tartalmazott. Ez a szulfidsalak elemi kén kinyerése mellett alkalmas jól elektrolizálható mangánszulfátoldatok készítésére is.

A ferrovanádiumgyártásra már végeztünk előkísérleteket. A MASZOBAL-nál gyártott vanádiumpentoxidból, melyet a hazai timföldgyártás melléktermékeként állítottak elő, alumíniumtermikus úton 70% vanádium-tartalmú ferrovanádiumot termeltünk. A probléma olyan kezelési eljárásnak a kidolgozása, melynél a vanádium pentoxid porlódási vesztesége és ezzel együtt mérgező hatása megszüntethető. Az általunk kidolgozott eljárásnál, a termikus elegyet nedvesen keverjük, majd minden kötőanyag nélkül briketteket készítünk, vagy pelletizáljuk a keveréket. A kapott testeket 600°-on zsugorítva tökéletesen szilárd, nem morzsolódó anyagot kapunk, vagyis ez az anyag minden veszély nélkül könnyen kezelhető. Kellő hőfokra történő hevítéskor az alumíniumtermikus folyamat könnyen megindul és szabályszerűen folyik le. A vanádiumkihozatal ilyen megoldásnál valószínűleg jobb lesz, mint a keverék esetén, mert itt az alumínium és a redukálódó oxid szorosan rögzítve van egymáshoz és így a két anyag szétválására nincs lehetőség. Véleményem szerint 100%-os vanádiumkihozatalt is el tudunk majd érni akkor, ha ezeket a zsugorított briketteket nem külön edényben, hanem magában az acélfürdőben reagáltatjuk. Az itt képződő egyébként nagyolvadáspontú vanádiumfém ebben az esetben folyékonyan kerül a fürdőbe, tehát azonnal és tökéletesen oldódik, a salakban visszamaradó vanádiumot pedig maga az acélfürdő redukálja.

Hazai titánnyersanyag előállítására a wehrli-ércet végeztünk kísérleteket. A 10–12% titánoxid és 25% ferrumtartalmú ércből fizikai eljárással 95%-os titánkihozatal mellett 30–35%  $TiO_2$  és 35–40% Fe-tartalmú, tehát az ilmenthez hasonló összetételű koncentrátumot sikerült előállítani. Laboratóriumban 100 kg ilyen dúsírt wehrli-érc gyártottunk és a kidolgozott technológiát most akarjuk kisüzemi méretekre átvinni. A ferrotitángyártást alumíniumtermikus úton ivfényes elektrokemencében akarjuk lefolytatni. Egyébként ez a dúsírt wehrli jó kiinduló anyag a klórozó eljárásához is, amikor is titán tetraklorid és pormetallurgiai célokra alkalmas tiszta vaspapor nyerhető.



## A KÖNNYŰFÉMIPARI TERVEZŐ IRODA KÖZLEMÉNYEI

## Meggondolások ferroszilíciumgyártó kemence teljesítményének kiválasztásánál

VAJK PÉTER

Байк Петер:

Размышления при выборе мощности печи для изготовления ферросилиция.

Erwägungen bei der Wahl der Leistung des Ferro-Silizium-Ofens.

Riflessioni sulla scelta della capacità del forno per la produzione del ferro-silicio.

Réflexions pour le choix du rendement du four pour la production du ferro-silicon.

Fejlődés a két világháború között.

A ferroszilícium gyárai az első világháború előtt általában 3000 kVA-nél kisebb teljesítményű ivófenyes kemencéket alkalmaztak. A huszas években a teljesítmény értékek hirtelen emelkedni kezdtek. *Schlumberger* 1927-ben 45 %-os FeSi gyártására szolgáló 4500 kW-os, *Kürten* 1926-ban ugyanezre a célra 5000 kW-os kemencéről ír. *Arndt* 1929-ben idézi *Helfensteint*, aki szerint 50 %-os FeSi előállítására 3000–9000 kW-os kemence használható. *Raven* már 1921-ben 7500 kW-os kemencét ajánl, 50 %-os FeSi előállításához. *Billiter* 1928-ban főleg karbidkemencékkel kapcsolatban a kemence teljesítmény növeléséről a következőket írja: „Nagy kemencékkel semmi különösebb nehézség nincs, ezért 3000 kVA-ról\* 1925-től kezdve lassan 4500, 6000, 7500, 9000, 18.000 kVA-re mentek fel, de úgy, hogy az egyenkénti kemenceterhelés 2500–3000 kVA maradt csak több kemence épült egybe. Ilyen nagy kemencéket be kell fedni, a kézi adagolás nemcsak a nagy mennyiségek, hanem az elviselhetetlen hőség miatt is nehéz, a szénoxid gázok eltávolítása nagyobb berendezést igényel.”

A harmincas évek folyamán valójában még a legkülönbözőbb nagyságú kemencéket alkalmazták, de a teljesítménynövekedés az irodalmi közlemények szerint is észrevehető. *Durrer* 7000 kVA-es svéd kemencét, amelyben 45, 50 és 90 %-os, 4000 kW-ost, amelyben 77 %-os és 2500 kW-ost, melyben 45 és 75 %-os FeSi-t állítottak elő, említ. *Ullmann* 1932-ben idézi *H. Dannel't*, aki 10000–12000 kVA-es kemencékről ír, amelyek termelése 0,185–0,20 kg FeSi/kWh. A *Revue Industrielle*-ben ugyanebben az évben cikk jelenik meg „Un four électrique de 12500 kVA en France” címmel. *Taussig* szerint 1933-ban a Szovjetunióban 6500 kW-os kemencét építettek, 45–95 %-os FeSi előállítására. *Schmidt* 1942-ben megállapítja, hogy a 10000–15000 kVA teljesítményű kemence nem ritka, de elértek 25000 kVA-t is. Ezt *Dobos György* szóbeli közlése szerint a francia tapasztalatok is megerősítik.

\* A helyenként LE-ben megadott értékeket az összehasonlíthatóság érdekében kVA-re számítottuk át.

Helyzet a második világháború után.

A háborús szükségletek igényelte minden áron való többletermelés szükségességének megszüntével az előbbiekben látott kiugró nagy teljesítmény-adatok hirtelen eltűnnek, előtérbe lép a teljesítmények gazdaságosságának vizsgálata, az érdeklődés világszerte a közep nagyságú kemencék felé fordul. *Okorov* 1945-ben 7800 kVA-es kemencék, *Mikulinszkij* 1948-ban 7800 és 11000 kVA-es kemencéknél alkalmazott feszültség adatait, *Werwach* ugyanebben az évben 7500 kVA-es kemence főmérteit közli. *Jedneral* magyarul 1952-ben megjelent könyvében azt írja, hogy a teljesítmény növelésével csökken a fajlagos energiafogyasztás, csökkennek a hőveszteségek, javulnak a folyamat körülményei, de megjegyzi, hogy a Szovjetunióban legjobban a 7000–12000 kVA-es 3-fázisú kemencék váltak be, 18, 45, 75 %-os FeSi gyártására, 145–170 V feszültség mellett. *Schmiedt-Harms* 1951-ben megjelent közleményében a használatos kemencenagyságot 2000–12000 kVA-ban állapítja meg. Az *Elektrokemisk* norvég vállalat 1937-ben 7000 kW-os, 1942-ben 6000 kW-os, 1946-ban 12000 kW-os kemencét épített, 45–75 %-os FeSi gyártására. *Jeljutyn-Pavlov—Levin* szerint jelenleg általában 2000–15000 kVA-es kemencéket használnak, leggyakoribb a 6000 kVA- vagy e feletti 3-fázisú típus.

## A teljesítmény-növelés határai.

*Ullmann* 1932-ben a következő érdekes megállapítást tette: „Minél nagyobb Si-tartalmat kívánunk, annál nagyobbak kellene a kemencének lennie. Kis kemencében egyáltalán nem lehet nagytisztaságú fajtákat előállítani. Kiderült, hogy az igen nagy kemencéknek semmi előnyük sincs, 7500–9000 kVA-es kemencék azonban jól működnek.” Az idézet első két mondatát azóta számosan megcáfolták. *Mantell* 1950-ben 2500–3000 kVA-es kemencéket említ. Utóbbi naponta 5,5 tonna 90–95 % tisztaságú FeSi-t termel. *Volkert—Schwarz von Bergkampff* ugyanebben az évben 3500 kVA-es kemencével foglalkozik. Az *Ullmann*-kézikönyv is megváltoztatta véleményét. 1951-ben már 3000–15000 kW-ban állapítja meg a FeSi-kemence nagyságát és példaképpen említi a Demag Elektrostahl G. m. b. H. 3500 kW-os ferroötvözet-kemence gyártmányát. Az *Elektrokemisk* 53. sz. brosjúrája szerint 45–75 %-os FeSi-t előállító kemencéket általában 10000 kVA-n felüli egységekben gyártanak. Ha szilíciumfémeket is elő akarnak állítani, kisebbeket használnak, még 5000 kVA-es kemence is nagy erre a célra. *Jeljutyn—Pavlov—Levin* szerint 20, 45, 75 %-os ötvözeteket 7000–10000 kVA-es kemencékben, tiszta szilíciumot 2000–3000 kVA-es kemencékben állítanak elő.



A hatások, fajlagos energiafogyasztás és fajlagos elektródafogyasztás alakulása.

Taussig szerint 1000 kW-os kemence hatásfoka 60 %, 5000 kW-os kemencéé 70 %. Jedneral szerint 10000 kVA-es kemencénél a feszültséget 147 V-ról 159,6 V-ra emelve, a hatásfok 83, %-ról 86,2 %-ra emelkedett. Jeljutyin—Pavlov—Levin szerint korszerű

7000—10000 kVA-es 3-fázisú kemence hatásfoka kb. 87 %. Mint látjuk, a kemence hatásfoka a teljesítménnyel együtt növekszik.

A fajlagos energiafogyasztásra vonatkozólag Jeljutyin—Pavlov—Levin, Durrer, Schmiedt—Harms, valamint hazai tapasztalatok alapján az alábbi táblázat állítható össze:

Fajlagos energiafogyasztás kWó/tonna

Kemencetípus	45%	50%	75%	90%	95% Si-tartalom
2500 KVA	5800		12500		14000
3000 „			10800	12200	
4000 „			11000		
7000 „	5100	5600		12000	
7500 „	5500—6500		10200—11500	14410—18000	16500—18000
11000 „		5500	10000	15000	

A fajlagos energiafogyasztás a kemenceteljesítmény növekedésével általában csökken. Kivétel ez alól a 90 %-on felüli tisztaságú FeSi gyártása, ahol a 7000

kVA-es típus kedvezőbbnek mutatkozik, mint az ennél nagyobbak.

A fajlagos elektródafogyasztás adatai ugyancsak fenti források alapján:

Kemencetípus	Elektróda-rendszer	45%	50%	75%	90% Si
3000 KVA	Söderberg	80 kg/t		150 kg/t	150 kg/t
3750 „	blokkelektroda			60 „	115 kg/t
7500 „	„ „	40 kg/t		60 „	100 kg/t
7500 „	Söderberg	50 kg/t		130 „	
11000 „	blokkelektroda		40 kg/t	60 „	100 kg/t

Fentiek szerint a teljesítmény növelése nem jelent lényeges változást az elektróda-fogyasztásban, Söderberg-rendszer alkalmazása azonban az általános felhasználással ellentétben 25—125 %-os elektródaanyag-többletet kíván.

#### Egyfázisú kemencék értékelése.

A régebbi szakirodalom igen sokat foglalkozik az egyfázisú kemencékkel. Különösen Taussig emeli ki a 2000—6000 kW-os egyfázisú Miguet-kemencék gazdaságosságát, automatizálhatóságát. Az újabb adatok ezeket az előnyöket megcáfolják. Az Elektrokemisk általában 3-fázisú kemencéket ajánl, egyfázisúakat csak 3000 kVA alatt, Jedneral pedig közli, hogy a zaporozsi gyárban a második világháború előtt 3 db egyfázisú 13000 kVA-es kemence működött, amelyeket nagyobb fogyasztás, fokozott vízűtés és nagy szünetek jellemeztek.

#### Következtetés.

Fenti adatokból és közleményekből megállapíthatjuk, hogy 45—75 %-os FeSi-gyártására a 7000—8000 kVA-es, míg nagy tisztaságú FeSi előállítására a 3000—3500 kVA-es 3 fázisú kemence látszik legelőnyösebbnek.

#### FELHASZNALT IRODALOM:

- Arndt: Technische Elektrochemie, 1929.  
 J. Billiter: Technische Elektrochemie, IV. 1928.  
 Durrer: Die Metallurgie des Eisens, 1942.  
 Elektrokemisk: Elkm Smelting Furnaces No. 51.  
 Elektrokemisk: Calcium Carbide and Ferro Alloy Furnaces No. 53.  
 Jedneral: Elektrokohászat, 1952. Nehézipari Könyvkiadó.  
 Jeljutyin—Pavlov—Levin: Vasötvözetek. Akadémiai Kiadó, 1952.  
 Kürten: Zentralblatt der Hütten- und Walzwerke 30(1926)25.  
 Mantell: Industrial Electrochemistry, 1950.  
 Mikulinszkij: Az ércelektrotermia elmélete és gyakorlata, 1948. Metallurgizdat.  
 Okorokov: Elektromos kemencék. 1945. Metallurgizdat.  
 F. A. Raven: Transact. Am. Electrochem. Soc. 37(1921)329.  
 Revue Industrielle. „Un four électrique de 12 500 kVA en France”. 122(1932)19.  
 Schlumberger: Zeitschrift für angewandte Chemie 40(1927)144.  
 Schmidt: Stahl und Eisen 1942/418  
 Schmiedt—Harms: Ferrolegierungen. Radex Rundschau 1951. 1.  
 Taussig: Elektrische Schmelzöfen. 1933—1944.  
 Ullmann: Enzyklopädie der technischen Chemie, 1932.  
 Ullmann: Enzyklopädie der technischen Chemie, 1951.  
 Volkert—Schwarz von Bergkamp: Der Energieumsatz im Dreiphasen-Niederschachtofen bei der Ferrosilizium-erzeugung. Stahl und Eisen. 70(1950)369—71.  
 Werwach: Herstellung von Ferrolegierungen im Elektro-Ofen und Folgerungen für den Stahlwerken. Stahl und Eisen. 68(1948)8—14.



## A titánkohászat fejlődése

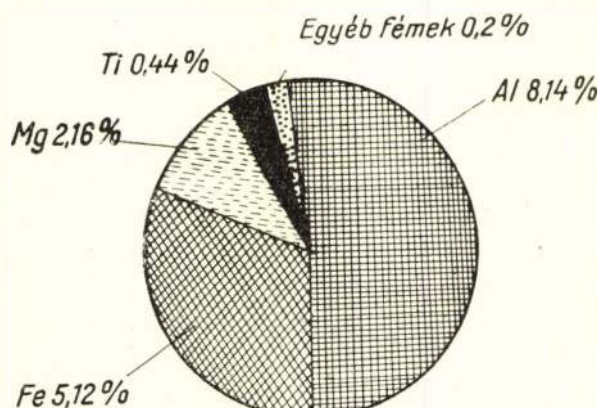
### Развитие металлургии титана.

A Magyar Tudományos Akadémia 1951 decemberében megtartott nagygyűlésén dr. Gillemot László akadémikus előadást tartott „A titán előállításának hazai útjai” címmel. Előadásában kritikai ismertetést adott a különböző titánelőállítási módszerekről. Közléséből tudjuk, hogy gyakorlatilag ezek közül csak a Kroll-eljárás jöhet számításba.

Hasonló részletességgel foglalkozott e kérdéssel H. O. Nicolaus a „Metall” 1952. januári számában. Tekintettel a széles körben megnyilvánuló érdeklődésre és a fémkohászat ez új ágának világszerte tapasztalható fejlődésére, szükségesnek látjuk a titán kohászatára vonatkozó legfontosabb irodalmi adatok közlését.

### A titánérc keletkezése és lelőhelyei

A titánérc a földkéreg magmatikus kiválásai-ban, mint oxidok fordulnak elő. A szilikát-magma differenciációjának előrehaladásával — az ősmagma eleinte 0,3—1% (átlagos érték 0,65%) titánt tartalmaz meglehetősen egyenletes elosztásban — a titánvegyületek túlnyomó részben bázisos és közepesen savanyú kőzetekben dúsultak. A fémek eloszlását a szilikátrétegben az 1. ábra tünteti fel. Fejtésre alkalmas titánérc-lelőhelyek keletkezése egyes bonyolult geokémiai, fizikai folyamatoktól függ; így például az olvadákból való kristályosodás, pneumatolitikus és hidrotermiai lecsapódások oldatokból (szedimentáció), valamint nehéz ásványoknak szél és víz okozta dúsulása (torlatképződés) útján történhet. A titán gyakran vas kíséretében található bázisos eruptív kőzetek kiválásaként, továbbá vasércekben, amelyek hidrotermiai úton keletkeztek és éppoly gyakran bauxitban is. Titánomagnetit ilmenitokkal együtt nagy  $TiO_2$  koncentrációval gyakran találhatók nikkel-mágnesezkovand telepeken.



1. ábra:

A föld szilikát burkának fémtartalma. A földkéreg 15% fémtartalmából a titánra 0,44% esik.

Technikai szempontból a legfontosabb titánérc az ilmenit (titánvaskő), mely az egész földkerekségen számos fejtésre érdemes területen található, így pl. a

Szovjetunióban, Ekersund-Soggendahlban (Norvégia), az Adirondack hegységben (USA) és Tabergben (Svédország), ahol az ilmenit-hematitből álló érc-hegyek külszíni fejtésre alkalmasak. Az eddigi legnagyobb előfordulást 10 év előtt az Allard-tónál (Kanada) fedezték fel, ahol előzetes becslés szerint több mint százmillió tonna nagyértékű ilmenit-hematit érc van. A Travancore-i (India) parti homokban — kivételesen gazdag — 68-80 százalékos  $TiO_2$  koncentráción kívül, Florida, Szenegál, Brazília, Ausztrália és a Balti-tenger partján lévő szovjet köztársaságokban található többé-kevésbé gazdag ilmenit előfordulás. Az ilmenit pótlására a Malayában és Portugáliában alluviális ónérc fel dolgozásából származó olcsó hulladékok is számításba jöhetnek. Az ilmenit világtermelése időközben évi 1 millió t-ra emelkedett.

Ez idő szerint még csekély kereslet mutatkozik a másodrendű fontosságú titánérc, a rutil iránt, amelyből átlag évi 2000 tonnát termelnek. Az I. és II. táblázatban összefoglaltuk a föld titánelőfordulásaira vonatkozó összes technikai adatokat.

### A titán kohászatának módszerei

A titánt aránylag későn tudták természetes vegyületeiből tiszta fém alakjában előállítani, aminek oka izzó és olvasztott állapotban oxigénnel és más elemekkel szemben való rendkívül nagyfokú vegyrokonságában rejlik. 100 évnek kellett felfedezése óta elmúlni, amíg a technikai hasznosítás első körvonalai felismerhetők voltak. Mindazok a kísérletek, amelyek arra irányultak, hogy a titán problémáját a 19. század vége felé ismert nehéz- és könnyűfémkohászati eljárással megoldják, vagy teljesen megghiúsultak, vagy pedig ki nem elégitő eredményekhez vezettek. Vastartalmú titánérceknek nagyolvasztóban szénrel (C) való redukáló kísérleteinél a titán teljes mennyisége a salakba jutott. Alkáliás fémekkel és hidrogénnel mint redukáló szerekkel végzett kísérletekkel is csak alacsonyrendű oxidokat vagy erősen szennyezett fémeket kaptak. Hasonlóképpen nem voltak technikailag értékesíthető eredmények elérhetők az alumínium előállításánál oly sikeresen alkalmazott elektrokémiai eljárással sem. Összefoglalva megállapítható, hogy ama kísérletek, amelyek technikailag tiszta fém termelését célozták, kb. az 1910. évig általában nem vezettek sikerre.

Csak az 1910. évben sikerült a titán-fém tiszta előállítása és ettől az időtől fogva kezdődik a fejlődés kémiai-tudományos fázisától a felüzemi fázisra való fokozatos átmenet, amely az 1940. évben bevezetett javított redukáló eljárással egyelőre lezáródott. Ma már oly fejlődés közepette vagyunk, amely mindinkább növekvő mértékben magán hordja a nagyipari előállítás minden ismervét, és amely a titánnak a hasznos fémek sorában néhány éven belül az azt megillető helyei fogja biztosítani.

### A Kroll-eljárás

Az 1940. évben Kroll bevezette eljárás beható vizsgálatok után a legtöbb kiátást tárta fel arra



I. TÁBLÁZAT  
*Titán ásványok,  $TiO_2$  koncentráció 20–100% -ig.*

Megnevezés és összetétel	Tulajdonságok	Keletkezés és előfordulás
Ilmenit $FeTiO_3$ (Ilmen hegység a Szovjetunióban)	Trigonális sűrűség 4,5–5-ig keménység 5–6-ig	Magmat.-pegmat. bázisos eruptív kőzetekben és erekben; metamorf; hidrotermális torlatokban; szétválásként titánmagnetitokban, metam. kőzetekben és szedimentekben. Titanit elmálásakor, rutil hidrotermikus bomlásnál keletkezik.
Rutil $TiO_2$ (latinul rutes vörös)	szín: vasfeketétől, barnásfeketéig Tetragonális sűrűség 4,2–4,3-ig keménység 6–6,5-ig szín: vasfeketétől barnásvörös-színig.	Pegmat., hidroterm., metamorf., torlatokban, erekben és szedimentekben. (agyagpala)
Anatáz $TiO_2$	Tetragonális sűrűség 3,8–3,9-ig keménység 5,5–6-ig szín: sárga, barna, kékes, fekete.	Hidrotermális repedésekben és torlatokban.
Brookit $TiO_2$	Rombos sűrűség 3,9–4,2-ig keménység 5,5–6-ig szín: sárgától vöröses barnáig.	Hidrotermális repedésekben; kristályos palákban és torlatokban
Perovszkit $CaTiO_3$	Szabályos sűrűség 4,0 keménység 5,5 szín: fekete, vöröses színig, barna.	Magmat. bázisos eruptív kőzetekben, metam. kőzetekben és alkalikus bazaltokban.
Titanit $CaTi(O)SiO_4$ (Szfén)	Monoklin sűrűség 3,4–3,6-ig keménység 5,5–6-ig szín: sárga, zöldes, barna és vöröses barna.	Hidrotermális repedésekben, magmatikus kőzetekben (szienitek) és metamorf kőzetekben.

II. TÁBLÁZAT  
*Titántartalmu kőzetek,  $TiO_2$  koncentráció < 5 súly %*

C s o p o r t	Koncentrációs terület	Legnagyobb tartalom
Mélyésgbeli kőzetek.....	0,09–4,32	4,32 Iacupyrangit-ban
Eruptív kőzetek.....	0,24–3,10	3,10 bazaltban
Lamprophyrok.....	1,50–3,50	3,50 spessartit-ban
Metam. kőzetek.....	0,11–2,27	2,27 norit-granulit-ban
Szediment-kőzetek.....	0,48–1,14	1,14 diluvialton-ban
Kémiaiilag biogénszedimentek.....	0,01–0,04	

A magmatikus kőzetek átlagos összetétele,  
 Szedimentek:

$Al_2O_3$  15,34–14,44 súly %;  $Fe_2O_3$  3,08–6,87 %,  $MgO$  3,49–2,93 %,  $TiO_2$  0,73–0,69 %,  $MnO$  0,124–0,120 %.

A külső szilikátburokban levő fémek; (középtértékek)  $Al$  8,14 súly %;  $Fe$  5,12 %,  $Mg$  2,1 %,  $Ti$  0,44 %,  $Mn$  0,1 %, az összes többi fémek 0,1 %.

nézve, hogy annak alapján a technikai és gazdasági követelményeknek megfelelő nagypari termelés megindulhasson. A Kroll-féle eljárás fő előnye az, hogy redukáló szer gyanánt magnéziumot használ. A magnézium kis gőznyomása lehetővé teszi, hogy vastagfalú tartály helyett, mint amilyen pl. a nátrium előállításához szükséges, vékonyfalú redukáló tartállyal beérhetjük, amely körülmény az üzemi előnyök egész sorát biztosítja.

A 2. ábra ilyen berendezést mutat be egyszerűsített vázlatban, amilyent 10–15 kg-os olvasztásoknál használtak.

A vasból készült reakciós edény (1), amely falazott kemencében (2) van, olajégővel (3) az exotermikus reakció bevezetéséhez szükséges kezdeti hőmérsékletre hevíthető. A reakció előkészületei azaz kezdődnek, hogy szemcsézett magnéziumot (4) töltse-

ren (5) beadagolnak, és pedig 7 kg nyerstitánra 10 kg-ot. Esetleg jelenlevő gázok maradék nélküli eltávolítása céljából, amelyeket a tartály falai vagy a magnézium tölték elnyelnének, a berendezést 150 C foknál óvatosan 0,005 mm Hg-ra evakuálják; csak ezután történik az argonnal való töltés, amelynek nyomását a (7)-el jelölt túlnyomásos palack révén atmoszféranyomáson felül tartják.

A tulajdonképpeni reakció az edénynek 750 C fokra való felhevítése után folyékony titántetrakloridnak vékony sugárban való bevezetésével kezdődik, ami az olvadt magnéziummal a következő egyenlet szerint reagál:



(folyékony) (gázalakú) (szilárd) (folyékony)



Miután a magnézium 145,5 cal-nyi égéshője a titán égéshőjét — amely 114 cal — lényegesen túlhaladja, exotermiás reakció jön létre, minek következtében a tartály belsejében a hőmérséklet kerek-

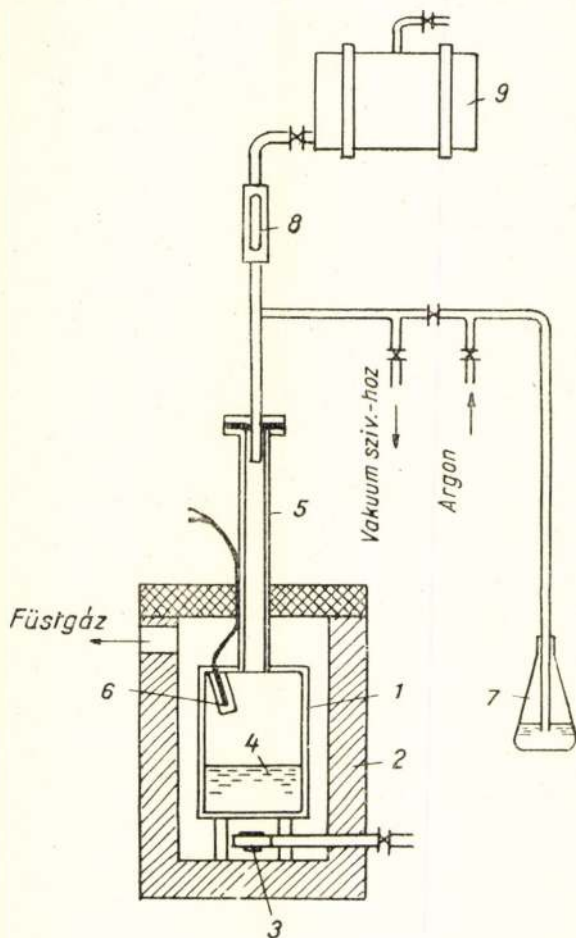
por teljes mértékben mentes legyen idegen anyagoktól.

Az itt leírt eljárás igen körülményes és a végtermékeket az időrabló mellékmunkálatok lényegesen megdrágítják. Ezért már kezdettől fogva technikailag tökéletesebb eljárást kerestek, amit azonban még a mai napig sem sikerült tökéletesen kidolgozni.

### A titánfém

A fejlődés kezdetén megelégedtek azzal, hogy a poralakú nyerstítánt sajtolással és zsugorítással tömött fémmé alakítsák át. 3500 kg/cm<sup>2</sup> sajtonyomással és 10–4 m Hg vákuumban való 16 órai zsugorítás után jó eredményt értek el. A mechanikai tulajdonságokat vákuumban történt több órás izzítás (homogenizálás) és ehhez csatlakozóan a rekristallizációs hőmérséklet (500°) alatti meleg hengerléssel még lényegesen meg lehetett javítani. Csupán a zsugorítványnak aránylag csekély méretei és súlya hátrányosak.

Az úgynevezett köpenyhengerlés alapja a kombinált zsugorítóhengerlési folyamat. Az argonnal töltött hegesztett vascsőben lévő titánport 800–995° hőmérsékletű térben tetszés szerinti vastagságú lemezzé vagy szalaggá hengerlik. Ez az eljárás gazdaságos előállítás céljaira azonban nem jöhet szóba.



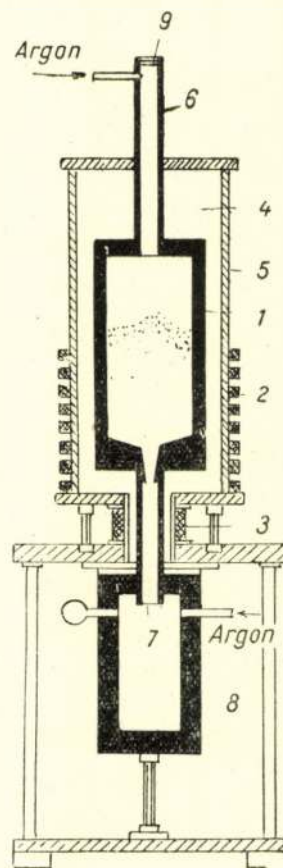
2. ábra:

Reakciós készülék titán előállítás céljára, Kroll-féle eljárás szerint.

1. Reakciós tér, 2. kemence, 3. olajegő, 4. magnézium töltés, 5. töltés 6. hőcsem, 7. túlnyomáskészülék, 8. az átfolyás megfigyelhető ellenőrzése, 9. tartály a titán-tetraklorid részére.

900 C fokra emelkedik. Emellett nagyobb fajsúlya következtében a keletkező magnéziumklorid, nem pedig a redukált nyerstítán, a reakciós tartály fenekére süllyed. Ez utóbbi vázszerűen áthatol az olvadékon, úgyhogy a keletkező hézagokban (pórusokban) Mg, illetőleg MgCl<sub>2</sub> rakódhatik le. Ha a folyamat végén nincs többé reakcióképes Mg, akkor a TiCl<sub>4</sub>-nek a tartály vasfalaival való nem kívánatos mellékreakciójának veszélye lehetséges, vagy pedig a fém titánnak a folyós TiCl<sub>4</sub>-el való reakciója folytán kisebb értékű titánkloridok képződnek.

A reakciós tartályt annak lehülése után felnyitják és esztergapadon kifűrik. A keletkező esztergaforgácsokat vegyileg fel kell dolgozni, és pedig mindenekelőtt sósavval kilúgozni. Golyós malomban való mechanikai aprítással titánport kapunk, amelyet újól 10 százalékos sósavval kell kezelni, hogy teljes száradás útján átrostálják és mágnesesen előkészítsék. A feldolgozás utolsó folyamata vákuumban 1000 C fokon történő izzítás, hogy az így kapott nyerstítán-



3. ábra:

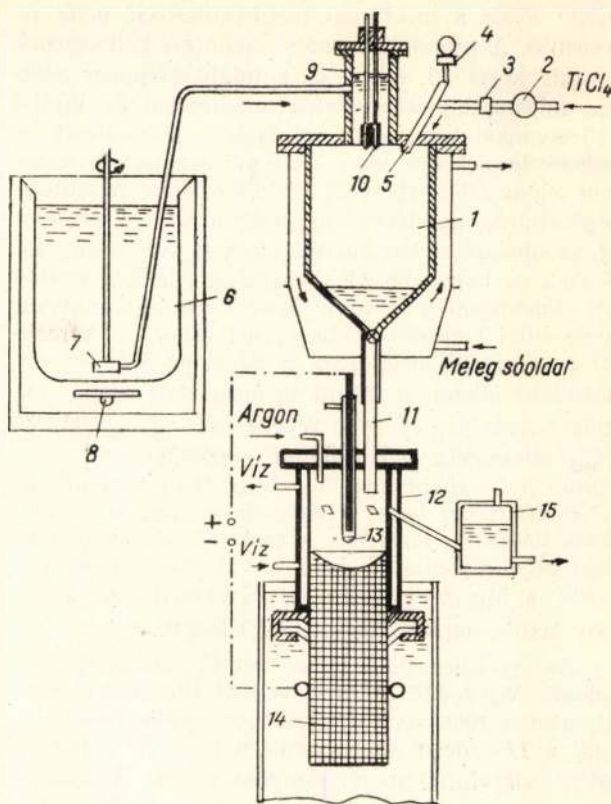
Fémolvasztó indukciós kemence.

1. Grafitból készült tartály az olvadék részére, 2. indukciós tekercs 20 kW, 3. indukciós tekercs 6 kW, 4. döngölt tömeg amorf szénből, 5. szilíciumoxid védőköpeny, 6. töltésre szolgáló cső, 7. összekötőcső, 8. olvasztó tartály (grafitból, vagy vízzel hűtött rézből), 9. megfigyelő üveg.



Titánnak elektromos kemencében való olvasztása és öntése már magas olvadási pontja miatt is csak különleges elővigyázatossági szabályok betartása mellett lehetséges. Súlyosbítja a feladatot az a körülmény, hogy az olvasztott titán az összes ismert tartály szerkezeti anyagokkal igen élesen reagál. A grafit általában igen likacsos, ami esetleg érzékeny fémvesztést okozhat. Ezenfelül az olvadék 0,4–0,7% C-t vesz fel. Az egyéb magas olvadási ponttal bíró fémeknél jól használható zsugorított timföld ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) a legkevésbé alkalmas, mert a titánnal exotermikusan reagál és üvegkeménységű ötvözetet alkot. A zsugorított berilliumoxid ( $\text{BeO}$ ) csak alig valamivel jobb. A thoriumoxid ( $\text{ThO}_2$ ) minden egyéb szóbjághető anyag között a legkiválóbb, kis oxigén-disszociációs nyomása és a titánnal ennek következtében gyenge reakciója miatt. Ez ideig a gyakorlatban olvasztásra és öntésre igen jól beváltak olyan edények, amelyeknek molibdénburkolatát thoriumoxid-pasztával kenték be.

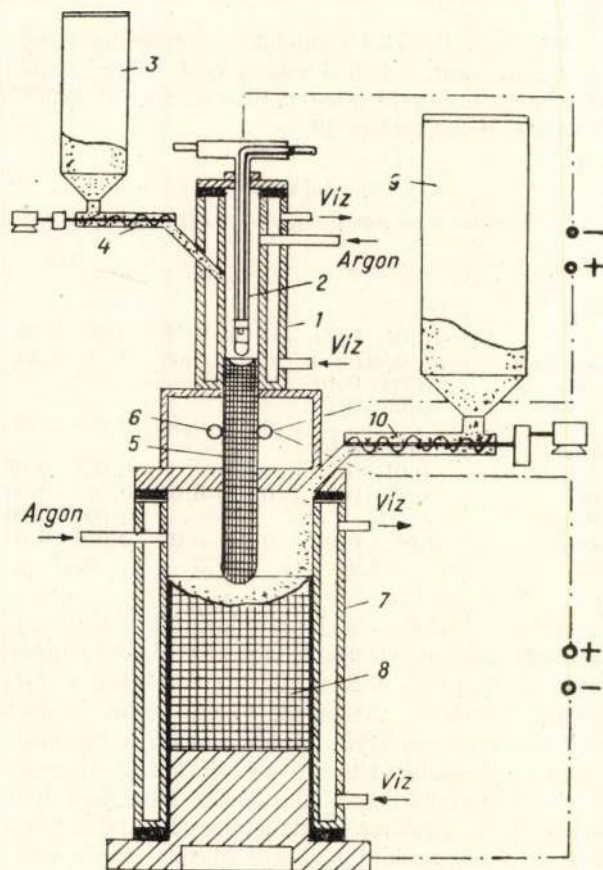
A 3. ábra 5 kg olvasztására alkalmas indukciós kemencét tüntet fel. A nyers titánport az 1 grafitartályban a 2 tekercs bekapcsolásával mindenekelőtt 6 kW-al 593 fokra előhevítik, majd 18–20 kW-al 30 percen belül tökéletesen átolvastják. E pillanatban a 3 indukciós tekercs bekapcsolásával a 7 összekötőcsőben levő fém titán dugó megolvad és az olvadék a 8 olvasztótartályba ömölhet. Ez a tartály különleges grafitból vagy rézből készülhet. A réz itt annyi-



5. ábra:

A fém titán folyamatos előállítására szolgáló berendezés.

1. Reakciós tér, 2. tápszivattyú  $\text{TiCl}_4$  részére, 3. szabályozó szelep, 4. nyomás-szabályozó, 5. fűvóka  $\text{TiCl}_4$  részére, 6. magnéziumkemence, 7. tápszivattyú az olvasztott magnézium részére, 8. égő, 9. fűtött előkamra magnézium részére, 10. magnéziumszelep, 11. öntőcső, 12. ivfénkemence, 13. wolfrámelektroda, 14. olvadéktömbök, 15. kondenzációs edény.



4. ábra:

Modern ivfénkemence.

1. Az előkemence kettősfalú tartálya, 2. wolfrámelektroda, 3. nyersitán tartály, 4. szállítócsiga, 5. titánelektroda, 6. vezető görögök, 7. a főkemence tartálya, 8. titántömbök, 9. nyersitán-tartály, 10. szállítócsiga.

ban különlegesen alkalmas, mert eléggé lehűtött felületét a folyékony titán nem nedvesíti. Bár nagyipari előállítás céljára indukciós kemencék alig jöhetnek nagyobb méretekben szóba, mindazáltal időközben 200 kg súlyú tömbök előállítása vált ismeretessé. Villamos ellenállás kemencéket is készítettek kisebb mennyiségek olvasztására.

A villamos ivfénkemence a következő évek állandóan növekvő termelési teljesítőképességéhez kétségkívül a legkedvezőbben alkalmazkodik. Vízrel hűtött rézedényekkel és merev wolfrámelektrodával felszerelt kisebb kísérleti kemencékkel manapság már az alábbi fejlődési fokot érték el:

A vízzel hűtött réztartályok mellett a wolfrámelektroda helyébe mind nagyobb mértékben használnak titánelektrodákat; néha szénelektrodát is. A 4. ábra modern ivfénkemencét ábrázol. Ez a szerkezet annyiban figyelemre méltó, amennyiben előkapcsolt kemencében 1 előbb a titánelektroda 5 megolvad, amely aztán a 7 főkemencében az ivfénnyel hozza létre. Ez a kemence egyébként lényeges költség nélkül folytatólagosan működő berendezéssé alakítható át. Ilyen szerkezeti kemencékről a következő üzemi adatok ismeretesek: 50 mm átmérőjű elektrodával és 2200–2400 ampère-rel 6 méternél hosszabb 140 mm átmérőjű tömböket lehet olvasztani. Több elektroda bevezetése révén ez a teljesítmény még az előbbinek sokszorosára növelhető.

Egy lépéssel tovább haladva kombinált reakciós-olvasztókészülék előállítására tértek át, amelynek lét-



rejtötte főképp a gazdasági megfontolásokat vette figyelembe. A nyerstítán összes előállítás költségeinek ugyanis közel 40 százaléka a tulajdonképpeni reakciós folyamattal kapcsolatos mechanikai és kémiai mellékmunkálatokra esik, amelyek a fémtitánnak a reakció termékeitől való különválasztásából, valamint annak előkészítéséből tevődnek össze. A szóbanforgó eljárás újszerűsége az, hogy a reakció folyamatát az olvasztási folyamattal egyesíti. Széleskörű kísérletek és fontosabb alkatrészeknek ismételt szerkezeti átalakításai után végül is az 5. ábrán feltüntetett szerkezettel kielégítő eredményeket értek el. A reakció avval indul meg, hogy a gázalakú  $TiCl_4$ -et önműködően állandóra tartott nyomás alatt acélból készült 1 reakciós edénybe vezetik; az így keletkező  $TiCl_4$  atmoszféra 0,5–1,5 atü nyomás alatt van. Ezután a 7 szivattyúval folyékony Mg-t vezetnek be az elektromosan fűtött 9 előkamrába. Argón nyomásának hatására, amelynek a reakciós edényben uralkodó belső nyomásnál 1–2 at-val nagyobbak kell lennie, a Mg 10 tűszelep két ívókanyúlásán át vékony kettős sugárral bejut az 1 edénybe.

Az így keletkező reakciós termék, amely 89% folyékony  $MgCl_2$ -ből és 11% szilárd titánrészesecskéből áll, nem a reakciós edény fenekén gyűlik össze, hanem a 11 csövön át folyamatosan a 12 ívénymence vízzel hűtött rézedényébe folyik. A reakció exotermikusan megy végbe, vagyis a befűtés után nincs szükség további hőhozzávetetésre. Hogy a reakciós edény hidegebb faszakaszain ne képződjenek kisebbrendű titánkloridok, a hőmérséklet hathatós kiegyenlítésről kell gondoskodni. A hőfoknak az edényben sehol sem szabad 732 C foknál kevesebbnek, sem pedig 871 foknál magasabbnak lennie. E hőmérsékletkiegyenlítés legcélszerűbben akként érhető el, hogy a reakciós edény kettős falzatában forró sóoldat közlekedik. A 12 ívénymencében a nyerstítán megolvad, ugyanakkor 1485 foknál elgőzölög a magnéziumklorid és a folyamatban részt nem vevő Mg és a 15 tartályban kondenzálódik. Mind a Mg, mind pedig a klór desztilláció után újból felhasználható.

A gyakorlati üzem folyamán meg lehetett állapítani, hogy a Mg és a  $MgCl_2$  jelenlétében olvasztott titán minőségében semmiféle változást nem lehetett tapasztalni oly fémmel szemben, amelynek kiindulási anyaga a nyers titánpor volt.

#### A titán fizikai és mechanikai tulajdonságai

A fémes titánnak lehető tiszta alakban való előállításával azok a kutatások, amelyek a fém nagykiterjedési technikai hasznosítását célozták, végre feltárták azt a lehetőséget, hogy a titánnak eddigelé még távolról sem, vagy csak hiányosan ismert tulajdonságai részletes kísérletek alapján határozottassanak meg. A kérdés pontos tudományos megalapozása annál is inkább fontos volt, mivel az eddig szokásos kohászati eljárások, amelyek a titán különleges esetében többnyire teljesen alkalmatlannak bizonyultak, amúgy is elmélyült kémiai-fizikai kutatásokat tettek szükségessé.

Jóllehet a titán sűrű tömörségű hexagonális alakata megegyezik a többi fémével, a titánnál mégis néhány oly tulajdonságot észlelhetünk, amelyek több

szempontból szokatlannak mondhatók. Ezek a különleges sajátságok csak a legkritikább esetben okozzák a technikai alkalmazhatóság említésre méltó korlátozását; sokkal inkább olvassuk e nagyjövőjű fém szerkezeti anyagtulajdonságainak pozitív hangsúlyozását. E tulajdonságok közül egyesek kristályszerkezeti törvényszerűség alapján magyarázhatók meg, mint például könnyű fémnél szokatlanul magas olvadási pontja, keménysége, valamint csekély hőtágulása és képlékenysége.

A fémes kötés erősségére a kötő elektrónok száma döntő; az atomok közötti távolság kevésbé esik latba. Ezt legjobban az alumíniummal való összehasonlítás mutatja. 2,4 százalékkal kisebb atomtávolságnál ugyanis az alumínium a rácsban csak 3 kötőelektronnal rendelkezik, míg a titán 4-gyel. Ennek a látszólag csekély különbségnek az a következménye, hogy a 16 Brinell-keménységű tiszta alumínium olvadási hőfoka 658 C°, míg a titánnak megfelelő értékei 160 és 1725°! A lineáris hőokozta kitágulásnál és a képlékenységnél még szembeötlőbb különbségek csoportot nem-fémes tagjainak homőopoláris kötése felé

Mint a 4-ik oszlop első eleme, a titán a 4. főcsoport nem-fémes tagjainak homőopoláris kötése felé hajlik: ez a hajlamosság a titán-család egyéb féménél, mint a cirkonnál és a hafniumnál is többé-kevésbé világosan megnyilvánul. Eme erős homőopoláris tulajdonságra vezethető vissza a titánnak tiszta fémnél szokatlanul rossz villamos és hővezetőképessége.

Miután a titánrác ezenfelül igen érzékeny szennyeződések iránt, a fizikai adatok csak akkor állapíthatók meg, ha egyidejűleg gondosan végzett kémiai analízis is rendelkezésre áll.

#### III. TÁBLÁZAT

*Ötvözetlen titán kémiai összetétele (súly %-ban)*

Elem	Jódítán	Krolltitan (szivacs)	Krolltitan (por)
Vas	0,01–0,05	0,05–0,25	0,06–0,09
Magnézium	0,005	0,01–0,05	0,35–0,50
Alumínium	0,05–0,10	—	—
Molibdén	0,05–0,10	—	—
Klór	—	0,05–0,10	0,12–0,14
Kalcium	0,01–0,05	—	—
Szilícium	0,01–0,05	—	0,005–0,01
Szén	0,02–0,03	0,01–0,05	0,01–0,04
Hidrogén	—	—	0,09–0,20
Nitrogén	0,002–0,009	0,01–0,03	0,006–0,03
Titán	99,9	99,5	99,1

A III. táblázat a rendes körülmények között megengedhető idegen elemeket tartalmazza. A régebbi mérési értékek erős eltérései túlnyomó részben a tisztátalan próbákra vezethetők vissza. Nem szabad ezenfelül figyelmen kívül hagyni, hogy a hideg megmunkálás bármely változata többek között az elektromos és termikus tulajdonságokra különösen hátrányos. A IV. táblázat számadatai csak ezzel a fenn tartással érvényesek. Egyes esetekben a mérési értékek hosszú sorából kellett azokat kiválogatni, amelyek a közölt kísérleti körülmények alapján a legvalószínűbbeknek látszottak. Ezt az eljárást mind az elektromos, mind pedig a termikus jellemző értékekre alkalmazták,



## IV. TÁBLÁZAT

A tisztá titán néhány fizikai állandója. (Jodititán)

Atomszám	22
Atomsúly	47,0
Atomtérfogat	10,64 cm <sup>3</sup> /g-atom
Atomsugár szabad állapotban	2,32 Å
Atomsugár kristályrácsban	1,46 Å
Ion sugarak	Ti <sup>+</sup> 0,94 Å Ti <sup>2+</sup> 0,76 Å Ti <sup>3+</sup> 0,69 Å Ti <sup>4+</sup> 0,64 Å
Atomszuszeptibilitás	+ 57
Rácsállandók (Alfatitán, hexagonális d. Kp)	a = 2,950 <sub>4</sub> Å c = 4,683 <sub>3</sub> Å
(Betatitán, szabályos, térben középpontos)	a = 3,327 Å
Allotrop átalakulási hőfok	882,5 ± 1 C°
lin. kiterjedési együttható (20 C°-nál)	8,5 × 10 <sup>-6</sup>
Olvadási pont	1725 ± 10 C°
Forrpon	3662 C° (kiszámítva)
Gőzölgési hő	95 Kcal/g - atom
Olvasztási hő	5 Kcal/g - atom
Fajhő (0–100 C°)	0,1462 cal/g C°
fajlagos elektromos ellenállás	0,475 Ω/cm × 10,4
az elektr. ellenállás hőmérsékleti együtt-	
hatója	5,46 × 10 <sup>-3</sup>
a szupravezetés hőmérsékleti határa	0,53 K°
Mohs-féle keménység	4
Sűrűség (közönséges hőmérsékletnél)	4,5 ± 0,02

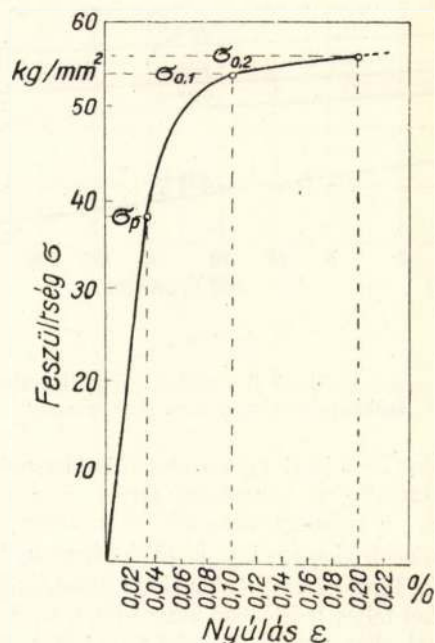
Igy például az újabb irodalomban a jodititánra oly fajlagos elektromos ellenállási adatokat találtak, amelyek 0,42–0,48 között mozognak, míg az a Mg-vel redukált kereskedelmi árunál 0,50 és 0,57 Ω/cm között van. A jodititán ellenállását már néhány tízed százalék oxigén vagy nitrogén 0,55 fölé növelheti. Idegen elemekkel szemben nagyon érzékeny a szupravezetés hőmérsékleti határa, amelyet a régebbi kísérleteknél minden esetben túl nagyra értékeltek. Ugyanez érvényes a titán allotrop átalakulására, amely tudvalevőleg a hőben való nemesítés szempontjából fontos.

Míg a beta-titánnak alfa-titánná való alakulása idegenek elmeke jelenlétében tág hiszterézis-határok között történik, addig a legújabb vizsgálatok, amelyeket az összes elővigyázatossági szabályok szemmel tartása mellett végeztek, egyértelműen meghatározott alakulási hőmérsékletre vezettek, amely 882,5 ± 1 C foknál van.

A 4,5 fajsúlyú ötvöztelen titán, mint könnyű fém, kiváló mechanikai tulajdonságokkal rendelkezik,

amelyek azonban nagy mértékben az alkalmazott előállítási eljárástól és az azt követő meleg, vagy hideg alakítástól függnék. (V. táblázat.).

A 6. ábrán megfigyelhető az aránylag nagy nyúlás, ami a titánnak a hasznos fémek között egészen kiváltságos jelentőséget kölcsönöz. Az arányossági határ is eléri a szakító szilárdság 50 százalékát. Már



6. ábra:

Ötvöztelen titán rugalmassága (kereskedelemben szokásos tisztaságú fém. lágy lemez.)

mérsékelt hidegalakítás a szilárdság jelentékeny növekedését idézi elő, miközben a nyúlás egyelőre csak kis mértékben csökken.

Avégből, hogy a titán mechanikai tulajdonságairól lehetőleg tökéletes képet kapjunk, a rövid tartamú húzási kísérleteket további technológiai vizsgálatokkal, mint pl. nyomási és hajlítási kísérletekkel kellene kiegészíteni.

Amikor a rugalmassági tulajdonságoknak nincs nagyobb jelentőségük, akkor az aránylag egyszerű termikus eljárással elérhető felületi keménységet és az azzal összefüggő kopási szilárdságot lehet sikerrel kihasználni. A csavaró- és hajlítási rezgés-kísérleteknél a rezgési szilárdságra kapott értékek a legkedvezőbb esetben is a szakító szilárdságnak csak mintegy

## V. TÁBLÁZAT

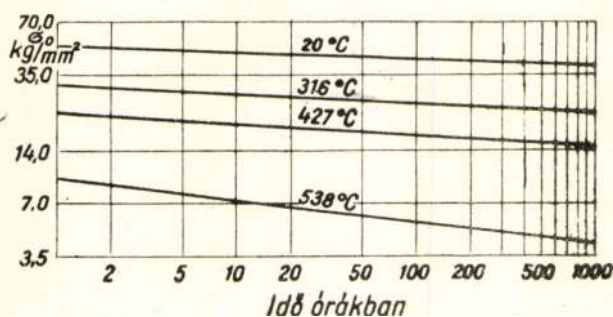
Az előállítási mód hatása az ötvöztelen titán mechanikai tulajdonságaira

	Jodititán		Krolltitán zsugorított		Krolltitán köpeny hengerl.		Krolltitán indukciós olvadék		Krolltitán ivfény olvadékból
	izzított	50% hid. al.	izzított	40% hid. al.	hengerelt	40% hid. al.	izzított	50% hid. al.	izzított
Szakító-szilárdság kg/mm <sup>2</sup>	27–34	68	55,5	85,5	68,5	90,5	56	81	49–56
Folyási határ kg/mm <sup>2</sup>	14–17	61	45	79,5	52,5	78,5	50,5	74	40,5–48
Arány.-határ kg/mm <sup>2</sup>	7	—	41	59	41	53	26,5	—	—
Nyúlás %	40	11	24,5	7,5	15,1	2,6	25	12	28–30
Kontrakció	75	75	—	—	—	—	55	30	< 75
Rugalm.-modul kg/mm <sup>2</sup>	9850—	—	11800	—	—	—	11200—	10200—	10200
Brinellkeménység kg/mm <sup>2</sup>	10800	—	—	—	—	—	11600	11600	—
	100–160	180–210	185	—	—	—	220	285	220



70 százalékat érik el. A titán magas olvadási pontjából igen jó hőmérsékleti tulajdonságokra lehet következtetni.

A 7. ábra e mérések egyes eredményeit, tudniillik a kereskedelembe elfogadott tisztaságú titánlemez tartós húzási kísérleteinek eredményeit tünteti



7. ábra:

Tartós (fárasztó) kísérletek ötvözetlen titánnal (kereskedelemben szokásos tisztaságú fém, lágy lemez.)

fel. Miként az eddigi tapasztalatok bebizonyították, a titánt mintegy 565 fokig lehet tartós használatra alkalmazni; e hőmérséklet fölött azonban már a gázok erősebb abszorpciója következtében mindinkább ridegedik. Természetes hőmérsékleti állandóságát csak akkor lehet teljes mértékben kihasználni, ha a jövőben sikerül azt akár rendes ötvözési úton, akár pedig különleges felületvédelmi eljárással elősegíteni. Várható, hogy az egyéb termikusan nagy mértékben igénybevett fémeknél bevált kerámiái védőrétegek a titánnál is alkalmazhatók lesznek.

A titánnak figyelemreméltó fizikai és mechanikai tulajdonságai alapján indokolt kiváltságos helyzetét kitűnő kémiai viselkedése még hathatósan megerősíti. Már maga a levegőn és tengervízben tökéletes korrózió-állósága a titánt egészen különleges szerkezeti anyaggá avatja, amely a technika minden területén forradalmi átalakulásokat fog előidézni. A kémiai behatások elleni nagyfokú ellenállása a magától képződő oxi-nitríd-hártyára vezethető vissza, amely sűrűségénél fogva az alatta levő fémet minden további pusztulástól megóvjaa. Ez a — közönséges hőmérsékletnél — nem látható védőréteg a titán fényes felületének határian tartósságát biztosítja. Csúpan 150° és 200° között mutatkozik egy világosszürke színárnyalat, ami a hőmérséklet további emelkedésénél végül is sárgás-barnából kékszerű árnyalatba megy át.

Ama hőmérsékleti határ, amelynél még hosszabb ideig tartó levegő behatására sem történik figyelemreméltó ridegedés, 700 C° körül van. 700 fokon felül megkezdődik a reveképződés, vagyis az oxidhártya lepereg, amivel az oxigén erősebb diffúziója és ezzel gyorsabb ridegedés mutatkozik. Krómmal való ötvözéssel a revésedés bizonyos határok között hátráltatható. Vízgőznek a titán izzó felületén való szétbomlása csak 800 fokon felül kezdődik élénk hidrogénképződéssel. Amíg a hidrogént vákuumban való hosszabb izzítással minden további nélkül el lehet távolítani, addig az oxigén eltávolítására eddig nem sikerült hathatós eljárást találni. Ugyanígy nem lehet

megszüntetni a már egyszer bekövetkezett nitrídképződést.

Ötvözetlen titánnak tengervíz-állósága éveken át tartó merítő-kísérletekkel, amelyeket laboratóriumban tengervíz-ermetezési kísérletekkel egészítettek ki, egyértelműen bebizonyult. A passzíválódott fém — 0,150 volt potenciállal a nikkelhez, monelhez és a rozsdamentes acélhoz áll közel. A kísérleteket áramló tengervízben kalomel-normálemmel végezték.

Savaknak és lúgoknak titán oldó hatására vonatkozólag eddig közzétett eredmények annyiban nem teljesen helytállóak, amennyiben a felhasznált próbaanyag tisztasági fokáról nem álltak pontos adatok rendelkezésre. Feltűnő a koncentrációtól teljesen független súlyvesztés kénsvaban, miként az a VI. táblázatból kiviláglik.

VI. TÁBLÁZAT

Kereskedelmi titán korróziós veszteségei (mg/dm²/nap)  
H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>-ben 35 C°-nál szellőzéssel. Kísérleti tartam 144 óra

Koncentráció %	Titán (izzítva)	Titán (hidegen hengerelt)	Rozsdamentes acél (316-os típus)
1	0,42	—	—
3	—	0,56	—
5	1,53	1,20	0,41
10	126	206	0,73
25	411	607	7,85
40	1069	1331	2435
50	489	334	2287
65	81,4	63,6	1830
75	131,6	—	914
96,5	697	655	8,3

Evvel szemben a sósav oldásának mértéke a koncentrációval állandóan emelkedik;

VII. TÁBLÁZAT

Kereskedelmi titán korróziós veszteségei (mg/dm²/nap)  
HCl-ben 35 C°-nál szellőzéssel. Kísérleti tartam 144 óra

Koncentráció %	Titán (izzítva)	Rozsdamentes acél (316-os típus)
0,5	0,12	0,79
1,0	0,42	0,90
5	1,20	301
7,5	47,50	nem mérték
10	133	»
15	203	»
20	394	»

A nem rozsdásodó acél kénsvaban csak 40—75 százalék között marad alul; sósavban a titán vitathatatlan fölényben van. Közönséges hőmérsékletű 98 százalékos salétromsav és erősen koncentrált forró ecetsav nem hat rá. Hasonlóan viselkedik a következő savakkal és vegyületekkel szemben: klórecetsav, krómsav, hangyasav, tejsav, stearinsav, széntetraklorid, királyvíz, formaldehid, triklóretilén, vízzel telített klórgáz, klórral telített víz és olvadt kén.



## Titánötvözetek

### Elvi megállapítások.

A titánnak a periódusos rendszerben való helyzetét tekintve, kereken 40 fém és néhány nem-fém jöhet, mint ötvöző elem számításba, amikor is az atomok közti távolságok 15 százalékos eltérését vettük kritérium gyanánt alapul. E területen belül teszik lehetővé az atomáris nagyságviszonyok atomhelyettesítés útján szilárd oldatok keletkezését. Ezenkívül kisebb atomátmérőjű elemek interszticiós vegyületeket alkothatnak.

A titán mint allotrop átalakulással bíró fém hathatósan alkalmas hőben való nemesítésre, mint ezt a vasnál hasonló esetben már ismerjük. Általában a VI. csoport fémei nagyobb mértékben járulnak hozzá a szilárdság növeléséhez, mint az V. csoport fémei és mennél könnyebb egy fém, annál kevésbé növekedik a szilárdság. Ennélfogva a VI. csoportban a króm jobb, mint a molibdén, ez viszont a wolframnál jobb. Ennek megfelelően az V. csoportban a niobium jobb a tantálnál. Csupán a cirkon és a hafnium oldhatók tökéletesen, egyező szerkezeti típusuk, hasonló átalakulásuk, valamint előnyös atomméreteik következtében a titán mindkét allotrop változatában. További nagy csoportot alkotnak azok a fémek, amelyek csak betatitánban oldhatók tökéletesen, és pedig előnyös atomátmérőjük folytán, ugyancsak térben középpontos kristályszerkezetükkel kapcsolatban, mint például a Mo, Wo, Ta és Nb. Végül a Cr, Fe, Mn és Ni alkot egy csoportot, amelynek szerkezete és átmérője a betafázissal szilárd oldatok képződését kevésbé teszi lehetővé és amely nagyobb koncentrációknál inkább fémek közötti vegyületeket alkot.

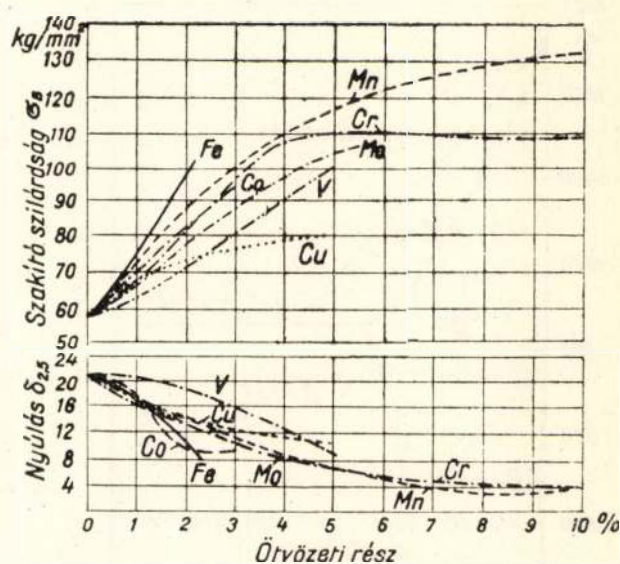
Az alfafázis legfontosabb elemeinek az oxigén és a nitrogén tekinthető, amelyek mindegyike interszticiós módon ötvöződik. Az ugyancsak interszticiósan ötvözhető szén (C) mindkét változatban csak csekély oldhatóság tapasztalható, miért is a titán az acél ideális edzési lehetőségeit távolról sem éri el. A titán magas olvadási pontja alacsony olvadási ponttal bíró elemekkel való ötvözését nagy mértékben megnehezíti, mint ez a cink, kadmium, és magnézium esetében tapasztalható.

Az itt közölt szerkezeti ismertető jelek az ötvözési lehetőségek részére mindig csak hozzávetőleges támaszpontokul szolgálhatnak; a gyakorlatban gyakran meglepő eltérések mutatkoznak. Az olvasztott fém nagy reakciókészsége folytán mutatózó nehézségekre már fönnebb rámutattunk.

### Néhány technikailag fontos titánötvözet

Az ötvözetlen titán kiváló tulajdonságainak megismerése után feszült várakozással kísérték a titán-ötvözetekkel végzett kísérletek első eredményeit. Az első technológiai adatokat azokkal a próbákkal kapták, amelyek előállításánál a porkohászati eljárást alkalmazták. 1950. év eleje óta igen sok adatot ismerünk a villamos olvasztással termelt és kovácsolt próbákról. Ezekből már ma is megállapítható, hogy a fém használhatósága ötvözés útján lényegesen bővült, bár a fejlődés ezen a téren még egyáltalában

nem tekinthető véglegesnek. Ez elsősorban a termikus nemesítésre vonatkozik; a két allotrop változat létezése ugyanis tág teret nyitja meg az elméleti és kísérleti lehetőségeknek. Kiterjedt kísérletsorozatot végeztek mangán, króm, molibdén, vas, kobalt, réz és alumínium fémekkel. A különböző fémek hatásáról a 8. ábra nyújt betekintést. A nikkelnél eleinte nehézségek mutatkoztak az ívínykemencében észlelt túl nagy leégés miatt. Csak legújabbban érték el kielégítő eredményeket, úgyhogy most már nem szorulnak rá a zsugorított ötvözetekre.



8. ábra:

Különböző ötvözőfémek befolyása a titán szakítószilárdságára és nyúlására.

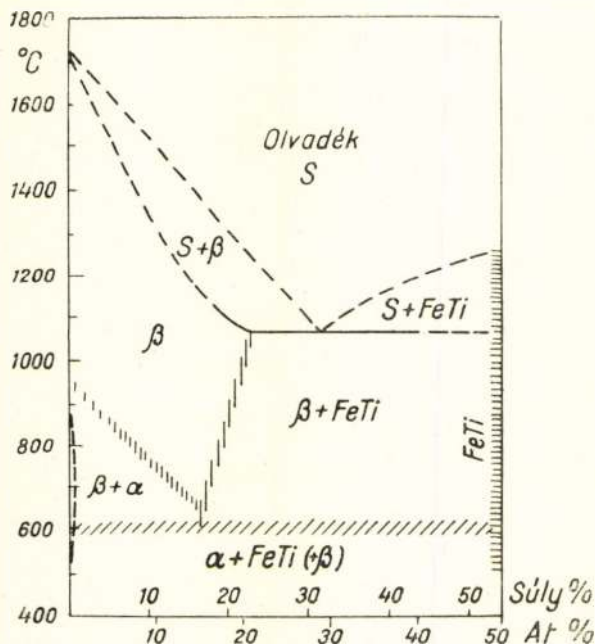
Az ezüst, a berillium, az ón, az ólom és a bizmut nem jöhet számításba fő ötvözőelemként, ami azonban nem zárja ki némely komplex rendszerben való alkalmazhatóságukat. A nem fémes elemek közül a nitrogén, a szén és a bór juthat szerephez két és három alkotós rendszerekben minőségjavító hatásuk miatt. A szilícium szerepét még nem állapították meg egyértelműen.

Minden megvizsgált kétalkotós rendszer, amelyben az előbb említett fémek egyike van, vízzel történt hirtelen lehűtésnél tekintélyes keménységnövekedést mutat, amely annál nagyobb, minél nagyobb hőmérsékletről történt a hirtelen lehűtés. Különösen szembetűnő keménységet találunk az 5–10% Mg-t és 2% vasat tartalmazó ötvözeteknél.

A Ti–Fe-rendszer egyensúlyi diagramjának eddig vizsgált részét a 9. ábrán láthatjuk. A szakítószilárdság csak a legtrikább esetben volt hűtéssel javítható; általában már melegen hengerelt állapotban elérte lehető legnagyobb értékét. A keménység megfigyelt növekedése azt igazolja, hogy még hatásosabb hőkezelési eljárásokat lehet kifejleszteni. Az a tény, hogy néhány melegen hengerelt ötvözetnél öregedési jelenségek mutatkoznak, szükségessé teszi, hogy a kutatásokat ebben az irányban folytassák. Már az eddig rendelkezésre álló kísérleti eredmények kapcsán is meg lehet állapítani, hogy a meleg hengerlés min-



den esetben optimális tulajdonságokhoz vezet; utólagos izzítás ugyan a nyúlás csekély növelését eredményezi, ugyanakkor azonban a szilárdság csökken. A melegen hengerelt binér ötvözetek mechanikai jellemzőit javíthatja a 0,25% C-vel történő ötvözés, anélkül, hogy a nyúlás észrevehetően csökkenne. Rendkívüli szakítószilárdságot ér el az 5% Mn-t és 0,25% C-t tartalmazó ötvözet. 0,25 százaléknál több C elősegíti a karbidképződést. A vizsgált rendszerek némelyike kedvező öregedési keménységet mutat. 0,1–0,2% N-el a Ti-Cr ötvözetek keménységét és szilárd-



9. ábra:

Ti-Fe rendszer egyensúlyi diagramja.

ságát javítani lehet, anélkül, hogy rugalmassága érezhetően romlanék.

V, Mo, W, Co és Ni hozzáötvözése általában nem eredményezi a szilárdsági értékek említésre méltó fokozását. Csak azt említjük meg, hogy a Ti-Cr-Co rendszer meleg hengerlés után 400 fokon már igen jói öregíthető. A Ti-Mn alapötvözet szakítószilárdsága Fe-vel lényegesen fokozható, azonban a nyúlás rovására.

A króm a szilárdságra majdnem hatástalan, míg 1% wolfram és 5% mangán igen jó ötvözetet ad. A Ti-Cr-C és Ti-Cr-N rendszerek negyedik komponens ötvözésével nem mutatnak külön szilárdsági tulajdonságokat, mint amelyeket a két és három alkotó rendszerrel már elérték. 35–50% Cr-tartalmú melegen hengerelt ötvözetek 400 fokon történt 4 órás öregítés után a keménység tekintélyes növekedését mutatták.

A VIII. táblázat újabb titánötvözeteket tartalmaz, a táblázatban nagy szakítószilárdságú, valamint kedvező nyúlási értékkel bíró ötvözeteket is találunk.

#### Néhány válogatott példa titán alkalmazására

Haladó szellemű tervezők nem zárkoznak el tartósan a Ti számos előnye elől. Már e fém kémiai

tulajdonságai is teljesen igazolják az általános gép-szerkesztés és a vegyipari készülékek gyártása terén való sokoldalú alkalmazhatóságát. Amerikában pl. a korrózió okozta veszteségek — beleértve a korrózió elhárítására irányuló közvetlen intézkedések költsé-

#### VIII. TÁBLÁZAT

*Titánötvözetek melegen bengerelve 788°C-nál, bengerlési revevel.*

%-os Összetétel	szak. szilárds.	nyúlás %	kemény. (Vickers)	min. hajl. sugar. hüvelyk.
4,78 Cr — 0,09 C — — 0,118 N — 0,20 W	128	7	356	3/16
5,0 Mo — 0,14 C — 0,027 N	107	5,5	318	1/4
4,37 Mn — 0,04 C — — 0,042 N — 0,05 W	110	7,5	303	1/16
2,2 Fe — 0,05 C — — 0,05 N — 0,47 W	106	8,5	305	3/16
3,05 Co — 0,04 C — — 0,022 N — 0,23 W	95	10	271	3/16
11,4 Ni — 0,07 C — — 0,029 N — 0,59 W	74,5	1	298	1/4
4,74 V — 0,06 C — — 0,031 N — 0,41 W	97	10	294	3/16
2,28 Cr — 0,28 C — — 0,135 N — 0,14 W	121	8	336	1/4
4,8 Mn — 0,21 C — — 0,056 N — 0,22 W	124	5,5	342	1/4
7,5 Mn — 0,25 C — 2,14 Fe — 0,19 C — — 0,024 N — 0,68 W	155	2	438	1/4
3,5 Cr — 0,2 N	88	10	289	3/16
5 Mn — 1 Cr	115	12	324	3/16
5 Mn — 2 Fe	121	7	383	3/16
2,42 Cr — 1,68 Mn — 0,25 C	123	5,5	373	1/4
3,5 Cr — 1 V — 0,2 N	111	10	249	3/16
3,5 Cr — 1 Mo — 0,2 N	121	9	387	3/16
2,5 Cr — 1 Ni — 0,2 N	134	7	379	3/16
4,61 Cr — 3,13 Al — — 0,47 C — 0,022 N	114	10	339	3/16
	123	8	—	—

geit — több, mint évi 5 milliárd dollárra becsülhetők. Ebből az összegből kb. 20% jut a robbanómotorokra. Kiszámíthatatlanok azok a közvetett veszteségek, amelyek pl. csővezetékek, tartályok, gőzkazánok megrongálódása folytán keletkeznek. Mindezeket a veszteségeket a Ti alkalmazásával nagy mértékben le lehetne csökkenteni.

A titán legfőbb felhasználója a hajóépítés, a hajóépítés, a repülőgép-szerkesztés, valamint a gépkocsigyártás lesz. Ez utóbbi téren a szilárdság és súly semmiféle más fémnél el nem érhető előnyös aránya a döntő.

A hang sebességénél gyorsabb repülőgépeknél az okoz nehézséget, hogy a külső burok az erősödő légsúrlódás következtében jelentősen felnövekszik. 1,4 Mach-éle számnál pl. 138 °C elméleti hőmérséklet keletkezik, míg 1,5 Mach-nál kerekén 150 °C. Ezek az értékek azonban néhány könnyű fémötvözetnél már kritikussá lehetnek maximális terhelésre számított keresztmetszeteknél. Az alumíniumötvözetek technikailag használható tartós szilárdságának felső határa 310 °C-nál, míg az ötvözetlen titáné 540 °C-nál van.

Az alumíniumötvözetek elégtelen keménysége a hang sebességénél gyorsabb repülés közben a levegőből nagy energiával nekiütő folyékony vagy szilárd lecsapódásoknak rosszul áll ellen, ez a körülmény a repülőgép felületi simaságának nagymértvű



rombolását idézi elő, ami viszont a sűrűlódási ellenállás-káros fokozásához vezet. E hátrányon csak a titán kitűnő felületi keménysége tudna segíteni, ha másként nem, titánlemezzel borított alumíniumlemezek alakjában. Az ismert szilárdsági előnyökhöz járul a titánnak viszonylagosan rossz hővezetőképessége, melynek következtében a sűrűlódási hő okozta nagy külső hőmérséklet nem hatolhat oly mértékben a repülőgép bejáratába, mint ahogy az az alumíniumötvözeteknél történik.

Ha feltételezzük, hogy a jövőben a gépkocsiba épített nehézfémötvözeteknek 80 százaléka titánra cserélhető ki, kiszámíthatjuk, hogy a 40 százalékkal könnyebb titán alkalmazása következtében — az acéllal szemben — több mint 30 százalékos megtakarítás érhető el a jármű súlyánál, ami a hasznos teher növeléséhez, illetőleg tekintélyes sebességnöveléshez vezet.

V. P.

## A Litschauer Lajos hagyatékában levő „A bányaművelés története évszámokban” című mű kohászati vonatkozásaiból

Küszli: JAKÓBY LÁSZLÓ

Megkísérem, hogy összefoglaló áttekintő sorrendű vázlatot adjak, azokról a *kohászati vonatkozásokról*, amelyek az évről-évre feljegyzések sorrendjében megtalálhatók.

A II. fasztikus 1002-től 1500. évig található *fontosabb kohászati vonatkozásai* a következők.

Egy az 1015. évre vonatkozó feljegyzés már aranyművesekről beszél. Az 1050. év feljegyzései között találjuk, hogy Suidas görög író az acélnak olajban való megeresztéséről már tud. Általában az 1192. évig szóló feljegyzések között a magyar kohászatra vonatkozólag keveset találunk. Az 1192. évről szóló feljegyzések között található, hogy:

„Lipót ausztriai herceg a Magyarországból származó rézre, ólomra, vásra és sóra, mint kereskedelmi cikkekre, vámszabályokat állapít meg. 1 q réz után 6 denár, 1 q vas után 2 denár volt a vám.”

Ez a megállapítás is bizonyítja azt, amit a kohótörténetünk fejlődéstörténetének megállapításai szerint már amúgy is tudunk, hogy Magyarországon már ez idő előtt is volt vas- és fémkohászat.

Érdekes vaskohászati vonatkozást találunk 1296-ról. Domoszlónál ez év folyamán vasércbányákat nyitottak. András király úgy rendelkezett, hogy mindazok a külföldiek, akik az itteni érc bányászatával és *kohászatával* foglalkoznak, szabadon jöhetnek be a művelési területre. Egy 1303-ra vonatkozó feljegyzésben olvashatjuk, hogy Amergben a katonai szertárban egy ágyút öntenek, ami 1303. évszámot viseli. Egy 1367. évi feljegyzés szerint felső Mecenzén három ipar (vaskohászat) virágzik.

„Bizonyítja ama bérleti szerződés, amely szerint a prépost és konventje Tagnagot Illésnek három vashámor felállítására, évi díj mellett ugyanannyi helyet enged át használatra.”

1382. évre vonatkozó feljegyzésben olvashatjuk, hogy Selmebánya környékét illetően említés történik egy oly kohó eladásáról, amely Sygelspach nevű patak mellett fekszik. Ugyanakkor olvashatjuk, hogy Nagy Lajos király leányával a körmöcbányai bányászatot és kohászatot látogatta meg. 1383. évre vonatkozó feljegyzések között olvassuk, hogy:

„Libet-bánya polgárai a bányáikból termelt aranyból egy almát készítenek, amelyet Mária királynőnek ajánlottak fel. Állítják, hogy a királynő, amikor az aranyalmát kezébe vette, azt kiáltotta volna: ó du liebenden (?), amely felkiáltásból származott volna Libet-bánya neve.”

Az 1397. évre vonatkozó feljegyzés, amely Selmebányát érinti egy adásvétel alkalmával, már megemlíti a kohókat, vagyis ekkor minden bányaművelőnek saját kohója lehetett, illetőleg minden bányaművelő saját olvasztó és

„...*fémet elválasztó műhelyet* tarthatott üzemben, de feldolgozhatta érceit más bányabirtokos kohójában is. A termelt aranyat és ezüstöt azonban Körmöcbányán a Pénzverőnél volt köteles beváltani.”

Az 1403-ra vonatkozó feljegyzések közül kiragadott okmány megállapítja, hogy az ágyúk öntöttvasból történő gyártásának módját már ismerik. (Bányászati Kohászati Lapok 1913. évf. 1. szám.)

Egy 1405-re vonatkozó feljegyzéssorozatról idézzük a következőt:

„Zsigmond király ezen évben kiadott 2 vagyis ú. n. kisebb végzeménye (Decretum secundum sive minus vocatum) 21. cikkelye a 2. §-ban akként rendelkezik, hogy az arany és ezüst csakis a királyi cameraniusoknak adható el és senki másnak. Végül, hogy annak ára nem a pénz értékének megbecslése (aestimatio) de évforgalom szerint állapítandó meg és fizetendő, amely intézkedés alól 3. § ama kivételt állapítja meg, hogy az arany és ezüst magánvétele csakis a házi szükség tekintetéből engedhetik meg.” (Sztinyai J. Történelme az Alsó-Magyarországi Kémlő Intézet Egyesületének, stb.)

Az aestimatio szó tulajdonképpen *próba vételt* jelent, amely a próbavételnek azt a nemét képezi, amely nemcsak a *vertpénz* súlyának (pondus), de fémtartalmának (liga) meghatározására is szolgál. A szóbanforgó végzemény a próbavételnek a módjával foglalkozókat *próbatöröknek* (a ma nyelvén próbamesternek) nevezi.

Egy 1440-re vonatkozó feljegyzésből megtudjuk, hogy a sárgaréz húzása már hazánkban ebben az idő-



ben sem számít újdonságnak. Ugyancsak ismerik már az *aranyfonás* mesterségét, mert már a XIII. században kezdték a hazai aranyművesek aranyhálók és fonott aranyláncok formájában forgalomba hozni.

Az 1456. évre vonatkozó feljegyzésekből idézzük a következőket:

„Az olvasztott nemesfém és vertfém megvizsgálása mellett az arany-ezüst elválasztása, az ú. n. officium separationis auri et argenti alakjában külön szabályozó szervezettel bírt s mint ilyen az arra királyi adomány alapján feljogosított aranyművesek kiváltságos foglalkozása s az ötvösműipar felvirágzásának és nagy hírének egyik hatalmas tényezője volt. Ennek okleveles bizonyítékát V., vagyis utószülött László király Budáról ezen évben Mátyás apostol ünnepe utáni péntek napján, Scheyder Mihály körmöci kamaragrófhöz intézett parancsában bírjuk. Eszerint Sybenburger Tamás királyi aranyműves (aurifaber noster), selmeci polgár azon panaszt emelte, posthumus László király előtt, hogy Sxheyder Mihály őt az arany és ezüst választására Körmöcbányán és Selmezbányán fennállott hivatalnak ellátásában akadályozza és az azzaljáró jövedelmet tőle elvonván magánál visszatartja. A király helyt adva a panasznak arra való tekintettel, hogy a tisztséget Sybenburger Tamás mesternek már előbből adományozta, azt hagyta meg a körmöci kamaragrófnak, hogy a király nevezett aranyműves mesterét az arany-ezüst választásában érintett tisztségében ne háborítsa s neki a visszatartott proventust számadás mellett térítse meg. Valószínűleg, hogy az aranyművesek e kiváltságos és királyi koncessziótól függő foglalkozása egyúttal a fémjelzés authorizált gyakorlását is felölelte.“ (Szitnyay József előbb idézett munkájából.)

Az 1493. évre vonatkozó terjedelmes feljegyzésekből vesszük ki, hogy Amerikának Kolombus Kristóf által történt felfedezése után a nemesfémeknek nagymennyiségben történő beözönlése erősen lecsökkentette az ezüstnek az értékét, ami a magyarországi ezüstércbányászatot is eléggé súlyosan érintette. Ez a jelenség hasonló volt ahhoz a XIX. században megismétlődő ezüstválsághoz, amely Magyarország ezüstércbányászatát és ezen keresztül az aranyércbányászatát is válságos helyzetbe sodorta, amikor a kínai ezüstbeáramlás volt. Erre az évre vonatkozó feljegyzésekből kivehetjük még a Thurzó családnak a magyar fémkohászat terén történő előtörését, többek kö-

zött pedig azt, hogy Thurzó János a Velencében tanult réztisztítás mesterségét meghonosítja, ami hazai iparunk történetében „epokális“ fordulatot jelez. (Wenzel Gusztáv: A Fuggerek jelentősége Magyarország történetében.) Ugyanis a Fuggerek ebben az időben a Thurzókkal együtt is részesei lettek a Besztercebánya-i bányavidéknek, mert egymás után vették meg a besztercebányai bányapolgároktól a területeket.

E feljegyzések között találkozunk a világ arany-ezüsttermelésével, amely szerint az 1493—1520. közötti időszakban Rothwell P. R. adatai szerint a termelés 162 400 kg volt, 107 millió 836 848 dollár értékben. (Matlekovich: Magyarország az ezredik évben, 1898.)

Thurzó János összevásáraolja a legtöbb művelet alatt álló fém- és rézbányát, fém- és rézkohót, amire a kohóiparra nézve Magyarországon nevezetes korszak kezdődik. A nemesfémek termelés statisztikája visszamenőleg a feljegyzések szerint kielégítő biztonsággal egészen eddig követhető.

E fasztkulus utolsó lapján, vagyis az 1500. évre vonatkozó feljegyzések között találhatjuk azt a megállapítást, hogy az első nagyolvasztót a Glückaui megállapítása szerint 1405. évben Siegerlandban, Németországban állították fel. (?) Ez a megállapítás legalább is kétséges. A magyarországi fémkohókra vonatkozólag megállapítja, hogy:

„A rézolvastásnál ez idő tájt az olvasztó csak 3 napig dolgozik egyfolytában és a kohászok főtörekvését az képezi, hogy az üzem — úgy mint az ezüstkohóknál — legalább 6 napra beszervezessék. A kohósítás ebben az időben körülben is igen kezdetleges, amiről okmányok is tanúskodnak. Az ezüstérc olvasztók csak 5, vagy 6 napig vannak egyfolytában üzemben, a 6., illetőleg 7. nap kitörtettek. A nyert fémeket a részesei között természetben osztották szét, a kohótisztek írni, olvasni nem tudnak, minden kohónál írnokat alkalmaznak, ki rendesen kémlelész is volt és a számadásokat is vezette.“ (Matlekovich: Magyarország az ezredik évben. 1898.)

Az 1411. évre vonatkozó feljegyzésekből megállapítjuk, hogy Nagybányán már „Pénzverő-ház“ létezik. Zsigmond király ugyanis egy ajándékozási okiratot állított ki ebben az időben, az erre vonatkozó oklevél szövege szerint az ajándékozás: „aranynak és ezüstnek érceivel és a pénzverésnek szabadságával“ volt egybekötve. Egyébként a nagybányai Pénzverő-ház létesítéséről a B.K.L. 1896. évfolyamában is többször találkozunk.



## Akaratlan kísérlet könnyűfém timföldszállító kocsikkal

A Kohászati Lapok (Alumínium) 1952. júniusi számában (142—143. old.) ismertetett könnyűfémötvözetekből épített négytengelyű 65 t hasznos terhelésű vasúti timföldszállító kocsikkal egy véletlen révén különleges próbaútazási kísérlet történt.

1952. márciusában 8 ilyen koci több más kocsival együtt a vonatrendezés alkalmával egy 15%-os lejtőre került és akaratlanul 57 km-nyi utat tett meg nagy sebességgel. Az elszabadult szerelvény elegysúlya 1230 tonna, ebből a 8 rakott timföldszállító kocsié 580 tonna volt. Több állomáson keresztülfutva 360 m szintkülönbséggel az 57 km-t 27 perc alatt futotta be. Egyes szakaszokon 130 km/ó sebességgel haladt, viszont a tervezett és engedélyezett legnagyobb sebesség csak 70 km/ó volt. A szerelvényen lévő személyzetnek végre sikerült a légféket úgy működésbe

hozni, hogy a szerelvényrész megállt és nagyobb szerencsétlenség nem történt.

Az erős és szokatlan igénybevétel után a 8 könnyűfém-kocsit különleges alapos vizsgálatnak vetették alá. Megállapították ennek során, hogy sem a tartóelemekben, ezek szegecselesében, sem a könnyűfém csapágytokokban vagy az ütközőkészülékben, sem a fenékküritő szerkezetben semmiféle káros deformáció vagy lazulás nem keletkezett. A vizsgálat lényegesen igazolta, hogy a jól szerkesztett és megfelelő anyagból szakszerűen felépített alumínium, illetve könnyűfém vasúti koci szilárdságilag egyenértékű az acélkocsikkal, egyéb vonatkozásokban pedig — mint ismeretes — ezekkel szemben számos előnnyel rendelkezik.

(Revue de l'Aluminium, 1952. június.)

B.—J. I.

## Hírek

### Kitüntetések a Nagy Októberi Szocialista Forradalom 35. évfordulója alkalmából.

A Nagy Októberi Szocialista Forradalom 35. évfordulója alkalmából a Népköztársaság Elnöki Tanácsa Egyesületünk tagjai közül kiváló munkájuk elismeréséül:

**Boldizsár Tibor** bányamérnöknek (Bányászati Kutató Intézet) és **Kovács Miklós** kohómérnöknek (Kohó- és Gépipari Minisztérium) a Magyar Munka Erdemrend aranyfokozatát és az ezzel járó 5000 forint pénzjutalmat;

**Páll Árpád** minisztériumi főeladónak (Kohó- és Gépipari Minisztérium) a Magyar Munka Erdemrend ezüstfokozatát és az ezzel járó 3000 forint pénzjutalmat;

**Reményi Ferenc** gyárrésztulajdonosnak (Diósgyőri Kohászati Üzemek), **Lőcsei Lajos** igazgatónak (Ózdi Szénbányászati Tröszt) és **Németh Ferenc** bányamérnöknek (Ásványolajkutató és Mélyfúró Vállalat) a Magyar Munka Erdemrend bronzfokozatát és az ezzel járó 1500 forint pénzjutalmat;

**Martin Ferenc**, SZOT-titkárnak és **Tárczy-Hornoch Antal** akadémikusnak a Magyar Népköztársasági Erdemrend IV. fokozatát;

**Podányi Tibor** minisztériumi főosztályvezetőnek (Bánya- és Energiatügyi Minisztérium) a Magyar Népköztársasági Erdemrend aranyfokozatát;

**Székely János** mérnöknek (Alumínium- és Horganyfeldolgozó Vállalat) a Magyar Népköztársasági Erdemrend ezüstfokozatát adományozta.

### A Magyar Tudományos Akadémia Műszerkiállítása.

A műszerkiállítás fő célja volt, hogy szemléltető módon mutassa be hazai műszeriparunknak a felszabadulás óta elért óriási fejlődését, megismertesse műszeriparunk kitűnő gyártmányainak változatos tömegét és kutatóintézeink, tanszékeink saját kutatási céljaikra létrehozott műszereit.

A műszerkiállítás a műszaki értelmiség mellett az ipari dolgozók tömegeinek figyelmét is ráirányította a mérés és minőségellenőrzés kérdéseire és felkeltette, illetve fokozta az ifjúság tízezreinek érdeklődését is a műszaki kérdések iránt.

Hazánkban jelenleg 24 nagyipari üzem gyárt műszereket, ezenkívül 2 ipari — és egy új akadémiai kutatóintézet dolgozik műszergyártásunk fejlesztésén. Ez évben műszeriparunk termelése 1949-hez viszonyítva, a dolgo-

zók számának 9-szeresére való emelkedése mellett, több mint 33-szorosára nőtt. Műszergyártásunknak ma már nem egy olyan területe van, melyek jelentős exportra dolgoznak és a világ különböző részein szereznek becsületet a magyar műszeripar termékeinek.

A kiállításon bemutatott műszerek 4 fő csoportra oszlottak:

- a) mechanikai mérőműszerek,
- b) optikai mérőműszerek,
- c) elektromos és elektronikus mérőműszerek,
- d) kutatóintézetek által kikísérletezett különleges műszerek.

A műszerkiállítás néhány kohászatunkat érintő, kiemelkedően érdekes darabja:

**Duo-monox füstgázélemező** készülék. Erőműveink és ipari üzeink kazánjai, ha nem az előírásoknak megfelelően járnak el, a füstgázokban rengeteg éghető anyagot pocsékolnak el. A készülék a kéménybe távozó, már elégett széndioxid gáz, valamint a még elégethető szénmonoxid és hidrogén gáz százalékos összetételét indikálja és írja a 2 és fél percenként automatikusan vett mintákból. Ez a kezelőszemélyzetnek és a műszaki ellenőrzésnek módot nyújt a kazán hatásfokának emelésére.

Hasonló műszer az **Orsat—Pfeifer gázélemező** készülék, mely a füst és kipuffogó gázok, széndioxid, valamint a még elégethető szénmonoxid, oxigén, hidrogén és metángáz pontosabb meghatározására szolgál.

A **Punktograph** egyszerre egy, vagy több kazán egy, vagy több mérési helyének hőmérsékleti adatait regisztrálja. Az üzemekben sok esetben igen fontos az előírt hőmérsékletek betartásának ellenőrzése. A készülék 6 hőmérsékleti értéket 20 mp-ként képes folyamatosan, az idő függvényében pontosan feljegyezni. Ez a készülék alkalmas arra, hogy az üzemvezetés pontosan ellenőrizze a munkamenetet és ilyen módon biztosítsa az üzem gazdaságos munkáját.

**Higanyúszós mennyiségmérő**, azt a célt szolgálja, hogy kazánüzemeinkben a tápvíz szabályozásával kapcsolatban, vagy vegyiparunkban a csővezetékben áramló folyadék sebességével kapcsolatban szükséges méréseket elvégezze. A készülék egy mérőperemes és higanyos manométerrel ellátott csőszakasz, amely az átáramló folyadéknak a mérőperemen szenvedett, a sebességgel arányos veszteségét jelzi. A készülék segítségével a műszakváltó állandóan figyelemmel kísérheti az adott folyamatot és azt optimális hatásfokon tarthatja. Kutatóintézeink fel-



adata a jövőben ezzel kapcsolatban a műszer olyan tökéletesítése, hogy az ne csak regisztrálja, de automatikusan szabályozza is a folyamatokat.

Fontos eszköze a tudományos kísérletezésnek az *ultra-thermostat*. Minden kutató ismerte azokat a nehézségeket, amelyekkel szemben állt, amikor egy kísérletnél a berendezés hőfokát huzamosabb ideig kell egy adott állandó szinten tartani. Az ultra-thermostattal a kívánt hőmérsékletet minusz 60 és plusz 250 °C között kb. 0,01 °C pontossággal állíthatjuk be és a készülék a hőmérsékletet automatikusan tartja.

Ipari, tudományos, kórházi és kémiai laboratóriumokban egyaránt használhatjuk kolorimetrikus koncentrációmeghatározásokhoz a két *fényelemes kolorimétert*. Itt a mérések pontossága független a megfigyelő egyéni képességeitől és a folyadékok fényelnyelő képességéből következtetünk a koncentrációra vagy a tisztaságra. Kifejezetten alkalmazható ez a készülék pl. a transzformátorolajok szennyeződésének megelőző vizsgálatára és ilyen módon a transzformátorok átütésének kiküszöbölésére, ami milliós megtakarítást jelenthet a nemzetgazdaságnak.

Igen érdekes műszer az *anyagvizsgáló spektroszkóp ívgerjesztő*, amely az izzó anyagok színképének elemzése útján határozza meg az összetevő elemeket mind emissziós, mind abszorpciós spektrum vizsgálata esetén. Az ezzel összekötött ívgerjesztő úgy szolgálja az elemzéshez szükséges elektromos ívet, hogy az ívközből nagy frekvenciájú áramvezetőt teszti, ionizálja és így előre megszabott pillanatban indítja az ívkísülést.

Megemlíthetők a legváltozatosabb típusú különféle Volt-, Amper-, Watt-mérők, hőmérők, fotométerek, nyúlásmérők stb., amelyek népgazdaságunk legkülönbözőbb iparágaiiban szolgálnak mind az üzembiztonságot, mind a gyártás ellenőrzését.

A kutatóintézetek által kiállított műszerek közül különösen kiemelkedik a *rotaméter*. Ez a készülék áramló levegővel működve, alkalmas a különfélebb geometriai méretek 0,001 mm pontossággal való mérésére. Kezelése egyszerű és azt bármely munkás könnyen elsajátíthatja. Lényegesen javítja és gyorsítja az ellenőrzést a készülék az üzemek MEO-jában.

Az elektronikus szabályozás bevezetésére döntő lépést jelentett az *elektronikus motorfordulatszám* szabályozó megvalósítása. A készülék gázöltésű tyatron csövek segítségével a motor fordulatszámát tág határok között veszteségmentesen szabályozza. A készülék nagyjelentőségű lesz szerszámgépek és szállítóberendezések hajtásának szabályozásában és automatizálásában.

A kiállítás befejező részét a műszertechnika hazai haladó hagyományainak szentelték és bemutatják az első Eötvös-innovát, amely annakidején az első óriási jelentőségű úttörő lépést jelentette a korszerű geofizikai tudomány megerősítéséhez. Ugyanitt láttuk az ingának mai, korszerű kivitelei formáját, úgy, ahogy azt ma hazánkban és a világ minden részén az Eötvös Lóránd által kidolgozott elvi konstrukciók alapján gyártják és használják.

Ugyancsak itt láthattuk a Kruspér-féle távvezérlésű analitikai mérleget, amely valószínű csodája a finommechanikai technikának, művészi mestermű a maga nemében, amelyhez fogható a mai korszerű berendezésekkel rendelkező műszergyárak is nehezen tudnának produkálni.

### Műszaki könyvtárosok ankétja.

A Műszaki és Természettudományi Egyesületek Szövetsége, az Országos Műszaki Könyvtár és az Állami Könyvterjesztő Vállalat október 31-én ankétra hívta össze

az üzemi könyvtárosokat. Az ankét célja az volt, hogy megvitassák a műszaki könyvtárosok feladatait a propaganda-munkában, s hogy a tapasztalatok kicserélése után megállapítsák azt, hogyan lehetne szorosabbá tenni a műszakiak kapcsolatát az üzemi könyvtárakkal.

### Az ankéton hozott határozatok:

1. A Műszaki és Természettudományi Egyesületek Szövetsége f. év november 7-én kezdette az üzemekben a szovjet műszaki tapasztalatok bevezetésére széleskörű akciót indít; ezen akció sikerének előmozdítására az ankét résztvevői lelkesen csatlakozik a Hídepítő Vállalat műszaki könyvtárosának versenyfelhívásához. A verseny célja, hogy az üzemekben a műszaki könyvtármunkát megjavítsa és szoros kapcsolatot teremtsen az üzemekben dolgozó műszakiak és az üzemi műszaki könyvtárak között. Ezért a MTESZ mind a versenyfelhívást, mind a versenypontokat az üzemek (vállalatok) vezetőségéhez f. év november 7-ig levél kíséretében eljuttatja; az üzemek műszaki vezetőit ebben felkéri, hogy a műszaki könyvtárosok megindult versenymozgalmát az üzemben minden tekintetben támogassák.

2. A verseny f. év november 7-én indul és első szakasza f. év december 31-én zárul. Az ankét a versenyértékelő bizottságba a következőket delegálta: Hegyi Nándor (Csepel autógyár), Kovács István (MAVAG), valamint a Népművelési Minisztérium könyvtárostálya, SZOT, MTESZ, Országos Műszaki Könyvtár és Állami Könyvterjesztő Vállalat kiküldöttjeit.

3. Az országos, központi jellegű könyvtárakat (pl. Országos Műszaki Könyvtár, Műegyetemi Központi Könyvtár, Országos Széchenyi Könyvtár, Gorkij-könyvtár, MTESZ szovjet műszaki könyvtár stb.) az ankét felhívja, hogy vállalják a verseny idejében, de később is rendszeresen, hogy néhány általuk kiválasztott üzem (vállalat, intézet) műszaki könyvtárát patronálják és támogatják; segítséget nyújtanak a könyvtármunka helyes módszerei elsajátításában, kiszélesítik a könyvtárközi kölcsönzés rendszerét és ezzel hatékonyabbá teszik a műszaki propagandát.

4. Üzemi (vállalati) műszaki könyvtárosaink minden erővel támogassák a dolgozókat a műszaki szervezési intézkedések vállalati feladatterveinek megvalósításában. E feladattervek alapján elsőként a MTESZ szovjet akciója során bevezetendő eljárásokra készítsenek ajánló bibliográfiákat az üzem műszaki dolgozói, a tudományos egyesületek üzemi csoportjai segítségével. A többi üzemet érintő általános jellegű műszaki-szervezési feladattervi pontokra az Országos Műszaki Könyvtár készítsen gyors-bibliográfiákat, s ezekkel támogassa az üzemi műszaki könyvtárosok munkáját.

5. A Műszaki és Természettudományi Egyesületek Szövetsége legkésőbb három hónapon belül készítsen elő és tartson egy újabb ankétot az üzemi (vállalati) műszaki könyvtármunka helyzetéről és problémáiról. Ennek előkészítésére az ankét akcióbizottságot választott, amelyben a következők vesznek részt: Népművelési Minisztérium, SZOT, MTESZ, Országos Műszaki Könyvtár, Állami Könyvterjesztő Vállalat delegáltjai, valamint három üzemi műszaki könyvtáros. Az akcióbizottság feladata, hogy a műszaki könyvtárosoktól, egyéb szervektől beérkező javaslatokat, indítványokat feldolgozza és a legközelebbi ankét elé javaslat formájában előterjessze. Az üzemi (vállalati) könyvtárosok javaslataikat legkésőbb f. év december 31-ig juttassák el a MTESZ-en keresztül az akcióbizottsághoz.

### A L U M Í N I U M

Felolós szerkesztő: Vajk Péter. — Felolós kiadó: A Nehézipari Könyv- és Folyóiratkiadó Vállalat Vezérigazgatója  
Megjelenik: 527 pld.-ban. Szerkesztőség: V., Szalay-utca 4. Telefon: 129—699.

Budapesti Szikra Nyomda, V., Honvéd-u. 10. — Felolós vezető: Lengyel Lajos igazgató